tative level. Many upwellings favour the development of phytoplankton in West Africa. On the contrary, in the brazilian waters, the upwellings are limited at the Cabo Frio area. Here, the fertilizing effect of this phenomenon is less important than in Africa, chiefly in the cap Blanc region. In the brazilian waters, the most important developments of cells were only found in coastal and very polluted waters.

On the biogeographical level, the warm province is much wider on the coast of Brazil (from 20° N to 20° S) than on the african Atlantic (from 10° N to the Equator).

Introduction

Des comparaisons ont déjà été faites entre l'Amérique tropicale atlantique et l'Afrique occidentale. Si, comme le souligne Th. Monod (1950), on relève des similitudes de « tonalité » pouvant aller jusqu'à des identités spécifiques, comme pour la faune littorale par exemple, il n'en est pas moins évident que de « substantielles différences justifient la distinction de deux domaines faunistiques littoraux bien distincts ». Chacun des deux bords de l'Atlantique tropical présente une forte endémicité spécifique et souvent générique (Th. Monod, *ibid.*).

Qu'en est-il en ce qui concerne le phytoplancton ? Les principales caractéristiques des peuplements ouest-africains se retrouvent-ils sur la côte sud-américaine ? Bien qu'un grand nombre d'espèces phytoplanctoniques soient ubiquistes, est-il possible de trouver une concordance entre le climat marin des différents secteurs, sur les deux bords de l'Atlantique, et la structure de ses communautés végétales ? Enfin, l'étude de l'écologie du phytoplancton sur la côte brésilienne permet-elle de faire, comme c'est le cas dans l'Ouest-Africain, une distinction entre les différentes provinces biogéographiques ?

L'Atlantique africain est aujourd'hui bien connu sur le plan du phytoplancton, surtout depuis ces dix dernières années grâce à de très nombreuses campagnes et aux travaux faits par des laboratoires côtiers (Reyssac, 1971, et *sous presse*). Mais où en sont les recherches concernant le phytoplancton sur la côte brésilienne ? Il semble que l'océanographie brésilienne connaisse depuis quelques années un véritable essor. Elle s'est en effet implantée en plusieurs points de cette côte de 6 000 km : Porto Alegre, Rio de Janeiro, Cabo Frio, Salvador de Bahia, Recife, Fortaleza. Cependant, bien des régions restent encore très peu étudiées, celle de la côte du Nord-Est brésilien, par exemple, dont une bonne connaissance de la biologie marine permettrait une meilleure exploitation des ressources.

En nous basant sur les travaux disponibles, nous essayerons de faire ressortir les principales caractéristiques du phytoplancton de la côte brésilienne et nous verrons si on trouve quelque correspondance avec l'Atlantique africain.

I. PROVINCES BIOGÉOGRAPHIQUES SUR LES DEUX BORDS DE L'ATLANTIQUE TROPICAL

1. Atlantique africain

Nous avons vu (Reyssac, 1971, et *sous presse*) que la majorité des auteurs y distinguent trois provinces qui sont, du nord au sud, la province atlanto-méditerranéenne, la

province guinéenne et celle du Namaqualand. L'étude de la répartition qualitative et quantitative du phytoplancton permet de bien différencier ces provinces et d'en fixer les frontières approximativement aux mêmes secteurs que ceux indiqués par la plupart des auteurs ayant travaillé sur la répartition de nombreuses espèces animales.

Ainsi, le cap Blanc (Mauritanie) apparaît comme une barrière biogéographique entre la province tempérée atlanto-méditerranéenne au nord (qu'on nomme aussi, pour sa partie la plus méridionale, sous-province mauritanienne) et la province guinéenne qui possède un climat marin nettement plus chaud. A partir du cap Frio (20° S), le climat redevient tempéré à tempéré froid avec la province dite du Namaqualand. C'est là une description très schématique car il existe, en fait, un passage progressif d'une province à l'autre ainsi que de nombreuses complications de détail dans chacune de ces provinces avec notamment l'apparition d'affleurements côtiers saisonniers ou quasi permanents (Maroc, Mauritanie, Sénégal, Côte d'Ivoire, Angola et Sud-Ouest-Africain). Nous n'insisterons par sur ces phénomènes aujourd'hui bien connus et bien localisés sur l'ensemble de la côte ouest-africaine. En revanche, nous rappellerons ici que la répartition du phytoplancton reflète bien les conditions hydrologiques : développement intense des cellules dans la sous-province mauritanienne et celle du Namaqualand, à la faveur d'importants upwellings. Deux régions sont particulièrement favorisées : celle du cap Blanc (21° N) dans l'hémisphère Nord, celle de Walvis Bay (23° S) dans l'hémisphère Sud. Ces régions ont une flore phytoplanctonique surtout ubiquiste, caractéristique des zones tempérées.

Un contraste très important existe entre ces deux provinces et la province guinéenne où règne une plus grande stabilité des eaux. La richesse du phytoplancton y est limitée à quelques secteurs côtiers où des upwellings saisonniers se manifestent. Le caractère dominant de la flore est thermophile.

2. **Atlantique brésilien**

Rappelons tout d'abord très brièvement quelques données sur la circulation océanique générale dans l'Atlantique Sud.

Le courant sud-équatorial en provenance du golfe de Guinée atteint la côte brésilienne dans les parages du cap São Roque, soit entre 5 et 6° S (fig. 1). A ce niveau, il se divise en deux branches ; l'une se dirige vers le nord-ouest : c'est le courant de Guyane ; l'autre longe la côte brésilienne vers le sud ; c'est le courant du Brésil. Celui-ci se fait sentir jusqu'au niveau de l'Uruguay ou de la côte nord de l'Argentine (fig. 1). La partie la plus méridionale de l'Amérique du Sud est longée par le courant froid des Falklands qui entraîne jusque sur les côtes sud-brésiliennes des eaux antarctiques et subantarctiques.

Pour l'appellation et la délimitation des provinces biogéographiques, nous tiendrons compte de celles données par Alves Coelho et Araujo Ramos (1972) qui se sont basés sur la répartition des Crustacés décapodes entre les latitudes 5° N et 39° S. Ces auteurs définissent ainsi quatre grandes provinces qui sont, du nord au sud, les provinces guyanaise, brésilienne, pauliste et argentine (fig. 1).

Nous allons considérer ces régions successivement et voir, à partir des travaux que nous connaissons, comment on peut caractériser le phytoplancton de chacune d'elles.

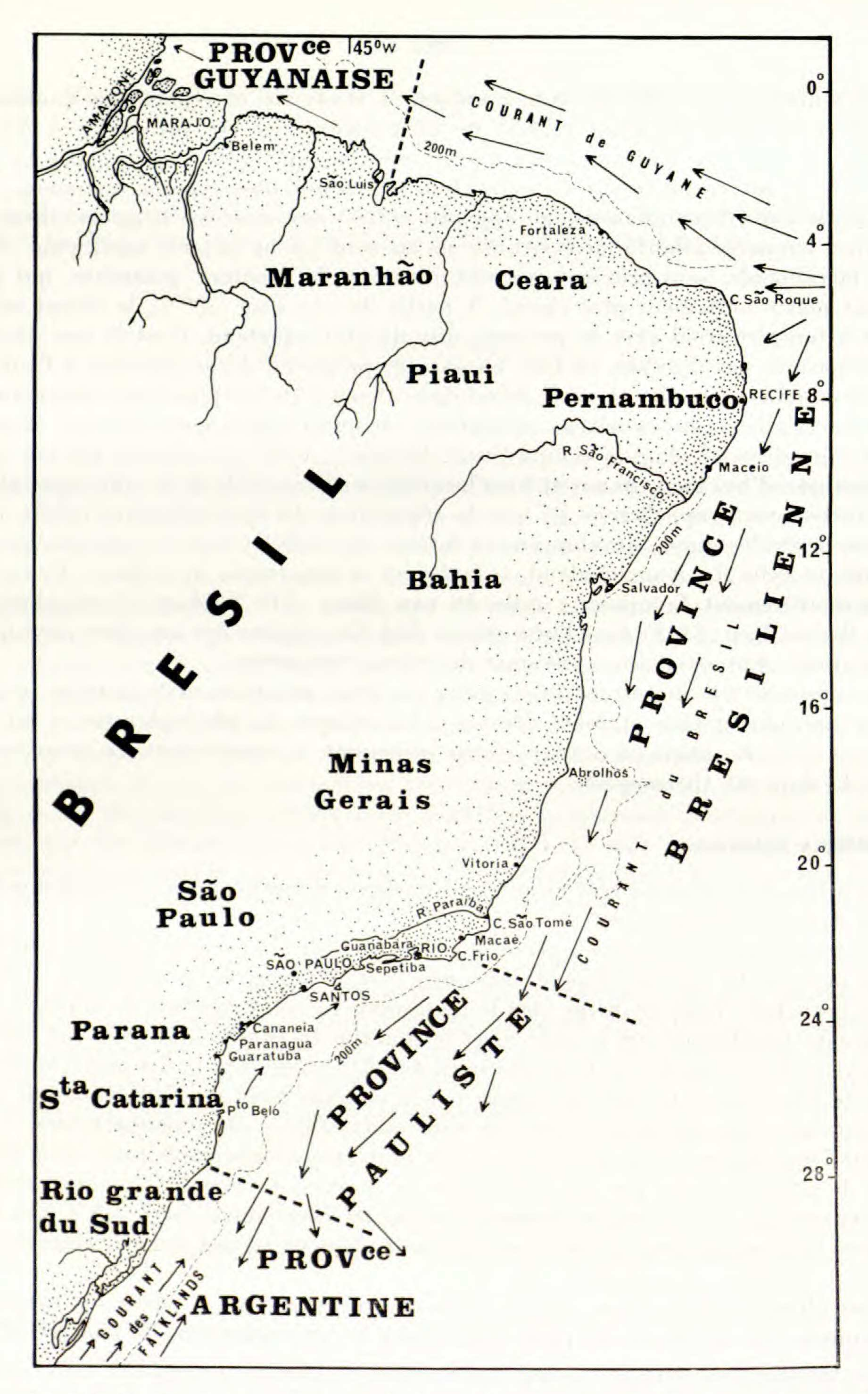


FIG. 1. — La côte brésilienne ; circulation océanique générale, provinces biogéographiques. La limite entre les provinces biogéographiques est figurée par un trait en pointillés.

II. LE PHYTOPLANCTON DE LA CÔTE BRÉSILIENNE

A. — Province guyanaise

Dans sa partie brésilienne, le phénomène essentiel qui individualise cette zone équatoriale est la présence du delta de l'Amazone. Les travaux déjà réalisés sur le phytoplancton portent tous sur la région océanique voisine de l'embouchure du fleuve. Ces travaux ont tout d'abord eu trait à la systématique des Diatomées. Bailey (1862) donne déjà une liste de 92 espèces, Hentschel (1932) étudie quelques prélèvements effectués lors de la campagne du « Meteor ». Plus près de nous, Müller-Melchers (1957) fait un inventaire des Diatomées dans quatorze pêches, au niveau de l'embouchure.

Dans une optique plus quantitative, et s'adressant à l'ensemble du phytoplancton, Teixeira (1963) compare le plancton récolté au filet à l'importance du nannoplancton. Les stations où les expériences sont réalisées se situent entre l'embouchure de l'Amazone et les fonds de 200 m. Le phytoplancton récolté au filet représente seulement 9,93 % de la photosynthèse totale et 22,20 % de l'ensemble des organismes comptés à partir d'un échantillon d'eau.

Les travaux de Wood (1966), de Teixeira et Tundisi (1967) portent sensiblement sur la même zone : entre l'Équateur (c'est-à-dire l'embouchure de l'Amazone) et 6° N (fig. 2). Le nombre des stations est malheureusement très faible : 15 pour la campagne du « Pillsbury » (Wood, 1966) et 6 pour la campagne du « Bertioga » (Teixeira et Tundisi, 1967).

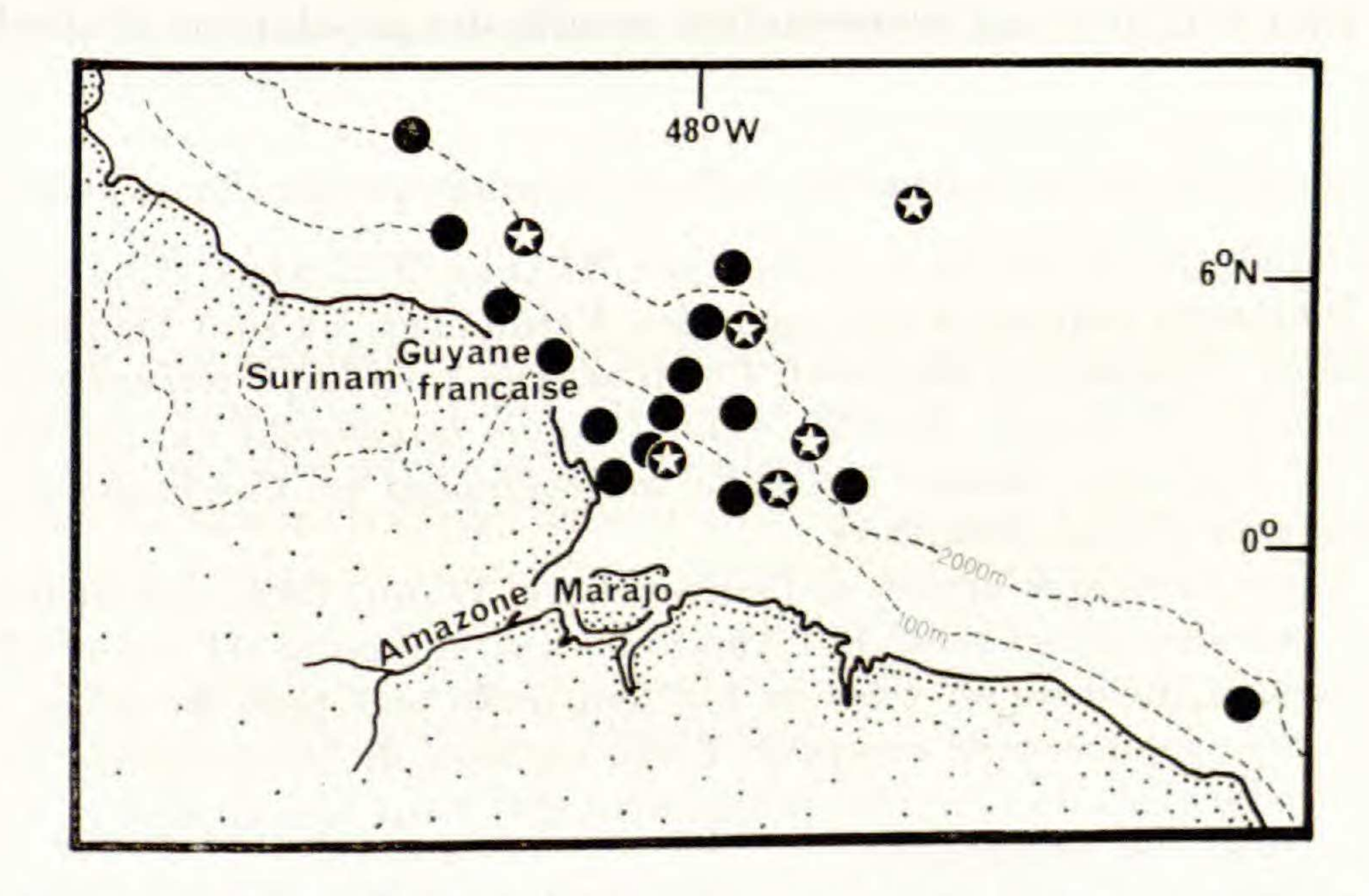


Fig. 2. — Position des stations effectuées dans la région de l'embouchure de l'Amazone au cours de la campagne du « Pillsbury » (Wood, 1966) et au cours de la campagne du « Bertioga » (Teixeira et Tundisi, 1967). Les stations du « Pillsbury » sont figurées par un rond noir, celles du « Bertioga » par une étoile.

Les observations de HULBURT et CORWIN (1969) couvrent une aire beaucoup plus étendue : de l'embouchure de l'Amazone jusqu'à l'est des îles Sous-le-Vent et même jusqu'à 20° N (fig. 3).

Les données dont nous disposons sont donc très fragmentaires et très limitées dans le temps puisqu'elles proviennent toutes de campagnes isolées. Elles nous renseignent cependant sur les variations spatiales du phytoplancton en fonction des conditions du milieu et permettent aussi une estimation de l'affinité biogéographique des peuplements.

La situation hydrologique particulière à cette région a été décrite par RYTHER et coll. (1966). Des informations sur les variations mensuelles des directions et des vitesses des courants sont données dans l'atlas de l'Office hydrographique de la Marine des USA (1946). Nous avons vu que le courant de Guyane, de direction nord-ouest, longe cette partie de la côte brésilienne (fig. 1). Au large de la Guinée française, il s'incurve d'abord vers le large pour finalement s'orienter vers le sud-est, à 300 milles de la côte environ.

Une partie des eaux de l'Amazone est entraînée vers le nord-ouest par le courant côtier avant de prendre la direction sud-est avec le contre-courant (DEFANT, 1961 ; RYTHER et coll., 1966).

Contrairement aux eaux des rivières des régions tempérées qui sont très fertiles, les eaux des fleuves tropicaux (sauf exception) sont très pauvres en éléments nutritifs. C'est le cas pour l'Amazone (RYTHER et coll., 1966), comme c'est aussi le cas pour le Congo (DUFOUR et MERLE, 1972). Les eaux de l'Amazone, riches en fer et en silicates, sont en revanche pauvres en phosphates et en nitrates. Dans la région océanique proche de l'embouchure, RYTHER et coll. (1966) estiment que l'enrichissement en sels nutritifs des eaux de surface en certains points est imputable à une remontée des sels nutritifs des couches d'eaux plus profondes et non à une influence provenant du continent. Ces mêmes auteurs ajoutent que des quantités appréciables de phosphates et de nitrates arrivent suffisamment près de la surface pour expliquer une augmentation sensible des populations phytoplanctoniques qui y vivent.

a. — *Aspect qualitatif du phytoplancton. Affinité biogéographique des populations*

Dans les quatorze pêches inventoriées par MÜLLER-MELCHERS (1957) une vingtaine d'espèces de Diatomées seulement sont signalées. Parmi elles, six sont bien caractéristiques des eaux chaudes : *Chaetoceros okamurai*, *Coscinodiscus hustedtii*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Hemiaulus sinensis*, *Hemiaulus hauckii*, enfin *Ditylum brightwellii* qui est très fréquente. La présence de *Cyclotella striata*, *Cyclotella meneghiniana* et *Coscinodiscus commutatus* est liée à l'existence d'eaux saumâtres.

Dans la région océanique proche de l'embouchure, WOOD (1966) définit trois catégories d'organismes : au nord du canyon de l'Amazone, une communauté essentiellement composée de Diatomées (bien qu'un « bloom » d'*Exuviaella* soit tout de même signalé) ; au sud du canyon, une communauté composée d'une majorité de Dinoflagellés. La 3e communauté caractérise les eaux de l'estuaire proprement dit. Voici les principales espèces constituant ces trois types de peuplement.

Principales Diatomées de la région **au nord du canyon**	Principaux Dinoflagellés de la région **au sud du canyon**	Espèces des **eaux de l'estuaire**
Asteromphalus cleveanus	*Amphidinium klebsi*	*Asterionella japonica*
A. elegans	*Ceratium minutum*	*Biddulphia aurita*
A. flabellatus	*Dinophysis sphaerica*	*B. sinensis*
Biddulphia aurita	*Katodinium rotundatum*	*Chaetoceros didymum*
B. sinensis	*Gymnodinium grammaticum*	*C. paradoxum*
Cerataulina pelagica	*G. multistriatum*	*C. peruvianum*
Chaetoceros aequatoriale	*Oxytoxum variabile*	*C. vanheurkii*
C. coarctatum	*Peridinium pedunculatum*	*Coscinodiscus concinnus*
C. decipiens	*Phalacroma pulchellum*	*Cyclotella comta*
Climacodium frauenfeldianum	*P. rotundatum*	*C. meneghiniana*
Hemiaulus indicus		*Diploneis crabo*
H. sinensis		*D. fusca*
Lauderia annulata		*Ditylum brightwellii*
Pleurosigma distortum		*D. sol*
Streptotheca thamensis		*Nitzschia closterium*
Thalassiothrix frauenfeldii		*N. lorenziana*
Thalassionema nitzschioides		*Rhizosolemia stolterfothii*
		Skeletonema costatum

Du point de vue de l'affinité écologique de ces espèces, on remarque que la plupart des principales Diatomées de la région nord du canyon ont une affinité tempérée-tropicale ou franchement tropicale. La communauté de la région sud est typique des eaux tropicales pauvres en éléments nutritifs. La forte diversité spécifique alliée à la dominance des Dinoflagellés traduisent une population vieille à faible pouvoir de multiplication et, par conséquent, pauvre sur le plan quantitatif.

En ce qui concerne les espèces signalées comme étant associées aux eaux de l'estuaire, il faut souligner l'abondance particulière de *Chaetoceros didymum* que Wood (1966) regarde comme typique de ces eaux.

Dans les pêches étudiées par cet auteur, le nannoplancton était abondant à toutes les stations, les Coccolithophoridés étant localisés à la zone soumise à un régime franchement océanique. Dans ces mêmes parages, l'habitat océanique de ces organismes est aussi noté par Teixeira et Tundisi (1967).

Du point de vue spécifique, le phytoplancton de cette partie de la côte sud-américaine présenterait, selon Wood (1966), un certain nombre de particularités qui le différencient d'autres régions telles que le détroit de Floride ou le golfe de Guinée. Toujours selon le même auteur, les espèces trouvées ici sont celles qu'on peut s'attendre à rencontrer dans des eaux tropicales, mais c'est l'importance relative de ces espèces qui fait la particularité de cette région. Comparons, par exemple, le phytoplancton de la région amazonienne à celui de la province guinéenne dans l'Ouest-Africain, province qui se rapproche le plus de la province guyanaise sur le plan de l'hydroclimat.

On constate que, de part et d'autre de l'Atlantique, les Dinoflagellés sont plus diversifiés que les Diatomées. Ainsi, pour l'ensemble des espèces du microplancton identifiées par Wood (1966) dans la région amazonienne, 55 % sont des Dinoflagellés. Au large de la Côte d'Ivoire, la liste d'espèces donnée par Reyssac (1970) comporte 61 % de Dinoflagellés. Par contre, la composition systématique des peuplements est très différente (tabl. I).

Tableau I. — Pourcentages d'espèces communes à la région amazonienne (Wood, 1966) et à deux secteurs ouest-africains.

	Côte d'Ivoire (Reyssac, 1970)	Zone du delta du Niger (Reyssac, 1971)
Diatomées	29	29
Dinoflagellés	25	17

L'affinité écologique de la flore nord-brésilienne se rapproche de celle de la province guinéenne bien que le caractère thermophile du phytoplancton paraisse plus accentué sur la côte africaine (tabl. II).

Tableau II. — Affinité biogéographique des Diatomées et des Dinoflagellés au niveau de l'embouchure de l'Amazone et en différents points du golfe de Guinée (pourcentages comparés).

	Rég. amazonienne (Wood, 1966)	Côte d'Ivoire (Reyssac, 1970)	Nigeria (Reyssac, 1971)	Annobon (Reyssac, 1971)
Diatomées				
cosmopolites	65	58	59	55
tempérés-tropicales	21 } 35	33 } 42	32 } 40	32 } 44
inter-tropicales	14	9	8	12
Dinoflagellés				
cosmopolites	24	15	20	13
tempérés-tropicaux	44 } 75	54 } 82	47 } 78	56 } 85
inter-tropicaux	31	28	31	29

La proportion des espèces cosmopolites, tempérées-tropicales et inter-tropicales est calculée en tenant compte de l'ensemble des récoltes effectuées dans chaque région. Ces récoltes étant échelonnées dans l'espace ou le temps, il est donc possible de donner une idée globale de l'affinité biogéographique du phytoplancton dans un secteur donné puisque les populations sont prélevées à des stades de maturité différents.

b. — *Aspect quantitatif du phytoplancton*

Suivant les auteurs, les études quantitatives ont été faites avec des méthodes différentes : numération des cellules par la technique de fluorescence (Wood, 1966), procédé

décrit par ce même auteur en 1962; numération après concentration des organismes par centrifugation et utilisation d'une chambre de comptage (HULBURT et CORWIN, 1969). Des mesures de la production primaire par la méthode du 14C (*in situ* simulé avec incubation sur le pont du navire) ont également été effectuées par TEIXEIRA et TUNDISI (1967).

Le phytoplancton est assez abondant sur le plateau continental. HULBURT et CORWIN (1969) y estiment les populations à 1 000 à 100 000 cellules/100 ml avec, en particulier, *Skeletonema costatum*, *Skeletonema tropicum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros subtilis* et *Nitzschia delicatissima*. Ces auteurs constatent que *Chaetoceros didymum*, *Skeletonema tropicum*, *Chaetoceros compressum* et *Leptocylindrus danicus* sont limités au plateau continental. Leur concentration pouvait dépasser 1 000 cellules/100 ml. WOOD (1966) signale un maximum de 17 × 10^6 cellules/l dans les eaux côtières de basse salinité, les populations les plus abondantes coïncidant en effet avec les zones de plus faible salinité. Le phytoplancton diminuerait donc quand on s'éloigne de l'estuaire. A la station la plus éloignée de l'embouchure, au large du Guyana, l'effectif serait inférieur à 4 × 10^5 cellules/l (WOOD, *ibid.*). Ainsi, c'est au nord de l'estuaire, où l'influence de l'Amazone est plus sensible qu'au sud, que le phytoplancton est le plus abondant. Cette différence quantitative va de pair avec une différence qualitative comme nous venons de le voir.

La diminution des effectifs de la côte vers le large est très généralement constatée. TEIXEIRA et TUNDISI (1967) trouvent un maximum supérieur à 500 000 cellules/l au voisinage immédiat de l'estuaire, un minimum de 8 700 cellules/l au large, dans les eaux franchement océaniques. Si, au niveau de l'estuaire de l'Amazone, le phytoplancton est pauvre au-delà du plateau continental, il n'en est pas de même plus au nord, au large de la Guyane française, où de fortes concentrations de cellules se rencontrent au-delà du talus continental (fig. 3). Selon HULBURT et CORWIN (1969), il s'agirait d'espèces néritiques transportées par le courant côtier nord-ouest (courant de Guyane). Ce courant, comme nous l'avons vu, s'éloigne de la côte au niveau de la Guyane. On peut suivre ainsi, loin du continent, le cheminement de ces espèces néritiques qui se mélangent ensuite avec des espèces océaniques. HULBURT et CORWIN (*ibid.*) estiment que la distinction entre phytoplancton néritique et phytoplancton océanique revient à une distinction entre peuplements essentiellement composés de Diatomées et peuplements composés d'autres groupes phytoplanctoniques. Quand la population est abondante ($> 10^4$ cellules/100 ml), il s'agit de Diatomées. Quand elle est plus clairsemée ($< 10^3$ cellules/100 ml), il s'agit d'autres espèces.

La distribution verticale quantitative du phytoplancton montre un maximum entre 70 et 90 m aux stations océaniques avec, parfois, un maximum secondaire entre 40 et 50 m, soit dans la région de la thermocline (WOOD, 1966).

Les mesures de production primaire par la méthode du 14C montrent aussi une diminution de la côte vers le large : de 0,864 gC m^{-2} j^{-1} à la station la plus proche du continent à 0,014 gC m^{-2} j^{-1} à la plus océanique (TEIXEIRA et TUNDISI, 1967).

Les valeurs concernant les eaux océaniques de cette région sont du même ordre de grandeur que celles qu'on trouve généralement dans les eaux de l'Atlantique tropical non soumises à un enrichissement.

Ainsi, dans les eaux océaniques de la province guinéenne, au large de la Côte d'Ivoire, STEEMAN-NIELSEN et JENSEN (1957) indiquent des productions de 0,1 à 0,2 gC m^{-2} j^{-1} ; de 0,28 gC m^{-2} j^{-1} au large du Ghana. Dans les parages de Pointe-Noire (Congo), DUFOUR et MERLE (1972) trouvent 0,40 gC m^{-2} j^{-1}.

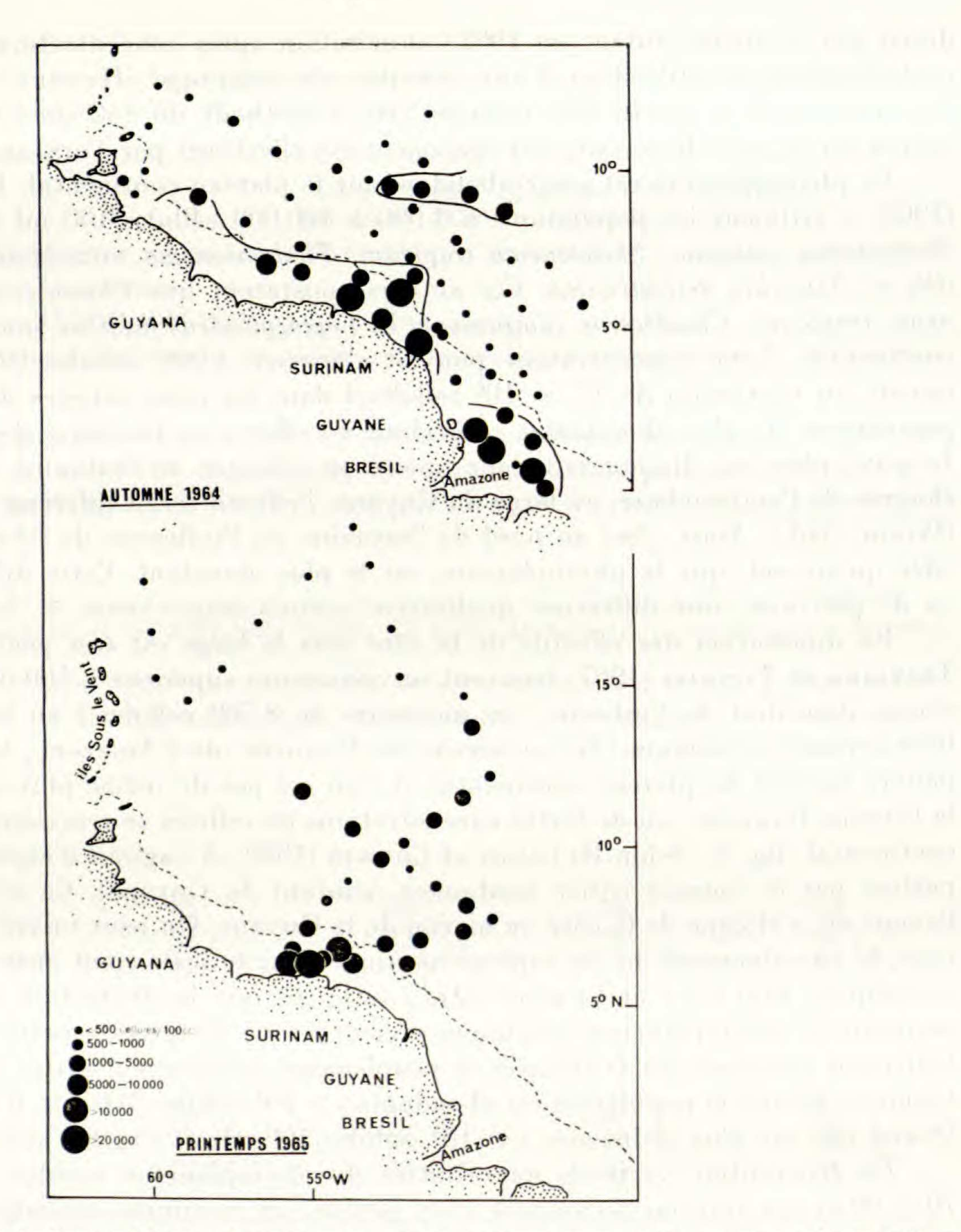


Fig. 3. — Distribution de l'ensemble du phytoplancton entre l'embouchure de l'Amazone et les îles Sous-le-Vent d'après Hulburt et Corwin, 1969 (modifié).

Pour la zone côtière, la valeur donnée par Teixeira et Tundisi (1967) est assez élevée pour une région tropicale non soumise à un affleurement. Elle est du même ordre que les productions des eaux littorales de la province guinéenne où, nous l'avons vu, des upwellings saisonniers se manifestent. Dans les parages de Conakry (Guinée), Sorokin et Klyashtorin (1961), ainsi que Bessonov (1964) signalent respectivement des productions de 0,61 et 1,08 gC m^{-2} j^{-1}.

Dans les eaux littorales ivoiriennes (Reyssac, 1970) la production varie fortement en fonction de la saison. Elle dépasse 1,2 gC m^{-2} j^{-1} en période d'upwelling et tombe à moins

de 0,2 gC m^{-2} j^{-1} en dehors de ces périodes. Dandonneau (1972), dans le même secteur, arrive à des estimations du même ordre : de 0,386 à 1,166 gC m^{-2} j^{-1}.

La comparaison des eaux du secteur amazonien avec celles de la côte ouest-africaine est évidemment difficile en raison du manque d'informations disponibles sur la côte brésilienne.

En raison des upwellings saisonniers qui se manifestent dans certaines zones littorales de la province guinéenne, et qui entraînent des productions pouvant dépasser 1 gC m^{-2} j^{-1}, il est donc permis de penser que la fertilité des eaux proches du continent y est plus élevée que dans la province guyanaise où la multiplication du phytoplancton n'est pas favorisée par ces phénomènes hydrologiques fertilisants.

B. — Province brésilienne

Toujours selon Alves Coelho et Araujo Ramos (1972), cette province à caractéristique tropicale s'étendrait jusqu'au Cabo Frio (23° S).

Notre étude s'adressant au phytoplancton, nous n'envisagerons pas les travaux s'adressant aux Diatomées benthiques (Eskinazi-Leça, 1965).

Les données dont nous disposons sur cette partie de la côte brésilienne concernent principalement la région comprise entre Recife (8° S) et l'embouchure du rio São Francisco (10°30′ S), ainsi que celle de Cabo Frio.

1. Région de Recife et de l'embouchure du rio São Francisco

Les travaux ont d'abord eu un caractère strictement qualitatif. Le premier en date est celui de Müller Melchers (1955) qui fait l'inventaire des Diatomées dans deux collectes effectuées dans l'embouchure du rio São Francisco. Un inventaire plus complet est ensuite réalisé par Eskinazi-Leça (1967*b*). Il porte sur neuf pêches au filet faites dans la région océanique, au voisinage de l'embouchure.

Sur le plateau continental, dans les parages de Recife, des données sur le phytoplancton nous sont aussi fournies par Eskinazi-Leça (1967*a*). Bien que ce travail concerne seulement des Diatomées et soit aussi strictement qualitatif (prélèvements au filet), il porte cependant sur une évolution des populations au cours d'une année entière en quatre stations.

L'ensemble du microphytoplancton est ensuite étudié par Eskinazi-Leça et Passavante (1972) en une station du plateau continental et pendant une année. Des informations quantitatives sont ici indiquées, les cellules ayant été comptées dans un volume d'eau mesuré. Selon la même méthode, Passavante (1979*a*) donne une liste des Dinoflagellés récoltés pendant une année dans les mêmes parages (vingt pêches inventoriées). Ce travail constitue donc le premier inventaire, sur la plate-forme continentale, au niveau de Recife. Enfin le même auteur (1979*b*) apporte des données sur la production primaire de cette région et sur son évolution au cours d'un cycle annuel.

La situation météorologique et hydrologique propre au secteur de Recife est décrite par Cavalcanti et Kempf (1970). On peut distinguer une saison sèche de septembre à février, une saison pluvieuse de mars à août, les températures les plus basses coïncidant

avec la saison des pluies. Elles atteignent 24°C alors que les précipitations peuvent être supérieures à 100 mm. En saison sèche, les températures varient entre 26,50 et 28,70°C. La salinité est alors sous la dépendance des précipitations avec des maxima pendant la saison sèche (36,4 ‰ en février) et des minima pendant la saison pluvieuse (34 ‰ en mai).

Les prélèvements effectués par Eskinazi-Leça (1967*b*) au niveau de l'embouchure du rio São Francisco correspondent à la saison chaude (décembre) alors que la température superficielle est généralement comprise entre 26 et 27°C. La salinité, très variable suivant les stations, a été de 26,6 ‰ près de l'embouchure à plus de 36 ‰ dans les eaux océaniques. La dessalure se fait beaucoup plus sentir au sud qu'au nord de l'embouchure, ce qui est l'inverse au niveau de l'Amazone. Au sud du rio São Francisco, les salinités peuvent tomber à 25 ‰ alors que les eaux côtières, au nord de l'embouchure, peuvent être à 35 ‰ (Cavalcanti et coll., 1967).

a. — *Aspect qualitatif du phytoplancton. Affinité biogéographique des populations*

Dans les parages de Recife, la flore des Diatomées est constituée par une communauté typique des eaux chaudes (Eskinazi-Leça, 1967*a*). Les espèces les plus fréquentes sont nettement thermophiles : *Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros coarctatum*, *C. diversum*, *C. rostratum*, *Rhizosolenia calcar-avis*. De même, la plupart des espèces pérennes signalées par Eskinazi-Leça et Passavante (1972) sont caractéristiques des eaux chaudes : *Chaetoceros didymum*, *Isthmia enervis*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *R. hebetata* f. *semispina*, *Ceratium massiliense*, *C. furca* v. *furca*, *Pyrocystis pseudonoctiluca* et *Dinophysis caudata*. Ajoutons que les résultats obtenus par ces auteurs montrent que les Diatomées sont les éléments prépondérants du phytoplancton (fig. 5). Au niveau de l'embouchure du rio São Francisco, 83 % des espèces reconnues par Eskinazi-Leça (1967*b*) appartiennent au genre *Rhizosolenia* avec principalement *R. calcar-avis*, *R. hebetata* f. *semispina*, *R. styliformis* et *R. imbricata* v. *schrubsolei*, cette dernière montrant un développement maximum aux stations les plus atteintes par les eaux douces.

Ici encore, il s'agit d'une flore très thermophile comme en atteste l'importance particulièrement grande de *Rhizosolenia calcar-avis*, *R. imbricata* v. *schrubsolei*, *Chaetoceros coarctatum* et *C. diversum*.

Le phytoplancton, et particulièrement les Diatomées qui sont les mieux étudiées ici, ont ainsi, dans ces parages, une affinité biogéographique comparable à celle des populations trouvées près de l'embouchure de l'Amazone (tabl. II et III).

Tableau III. — Affinité biogéographique des Diatomées et Dinoflagellés sur la côte nord-est du Brésil (Recife, embouchure du rio São Francisco). Pourcentages comparés.

	Recife (Eskinazi-Leça, 1967*a*)		Recife (Eskinazi-Leça et Passavante, 1972)		Embouchure du rio São Francisco (Eskinazi-Leça, 1967*b*)	
Diatomées						
cosmopolites	66		56		63	
tempérées-tropicales	30	34	36	44	25	33
inter-tropicales	4		8		8	

	Recife (Eskinazi-Leça, 1967*a*)	Recife (Eskinazi-Leça et Passavante, 1972)	Embouchure du rio São Francisco (Eskinazi-Leça, 1967*b*)
Dinoflagellés			
cosmopolites		15	
tempérés-tropicaux		57 } 88	
inter-tropicaux		31 }	

Si on compare la liste de Diatomées que donne Eskinazi-Leça (1967*a*) à Recife avec celle de Reyssac (1970) pour les eaux de Côte d'Ivoire, on constate que 32 % des espèces sont communes aux deux régions. En ce qui concerne les Dinoflagellés de Recife (Passavante, 1979*a*), ils sont surtout représentés par le genre *Ceratium* dont certaines espèces sont pérennes : *C. furca* v. *furca*, *C. tripos*. La presque totalité des espèces signalées par Passavante sont aussi présentes dans le golfe de Guinée (Reyssac, 1971), mais la population de Dinoflagellés de Recife est cependant différente de celles qu'on trouve dans les eaux tropicales africaines où les Dinoflagellés sont beaucoup plus diversifiés avec, en particulier, des *Peridinium*, *Gonyaulax*, *Dinophysis*, non représentés ici. Alors que Reyssac (1970) signale vingt genres de Dinoflagellés en Côte d'Ivoire, Passavante (1979*a*) note seulement la présence de sept genres dans la région de Recife.

Quant aux Diatomées récoltées au voisinage de l'embouchure du rio São Francisco par Eskinazi-Leça (1967*b*), elles comportent 26 % d'espèces communes avec la Côte d'Ivoire. On voit donc la différence profonde entre la flore planctonique de l'Afrique tropico-équatoriale et celle de cette province brésilienne qui est également tropicale mais non soumise, comme c'est le cas dans l'Ouest-Africain, à des upwellings côtiers saisonniers.

b. — *Aspect quantitatif du phytoplancton*

Bien qu'il n'ait pas été fait de numérations de cellules dans le travail de Eskinazi-Leça (1967*a*), celui-ci fournit cependant quelques informations quantitatives (distinction entre espèces rares, pérennes, abondantes), mais son intérêt réside surtout dans le fait qu'il est le premier à donner la description d'un cycle annuel des Diatomées dans les eaux de Recife. Ainsi la période de développement de ces organismes correspondrait à l'hiver (mars à juillet), l'apogée étant atteinte en avril et mai. Les principales espèces appartiennent alors aux genres *Rhizosolenia* et *Chaetoceros*, mais *Coscinodiscus granii* et *Cerataulina bergonii* sont également très abondantes. Au cours de l'été, en revanche, les Diatomées passent par une phase de déclin, avec un maximum de pauvreté en janvier et février. Cette différence quantitative entre l'été et l'hiver est aussi soulignée par Eskinazi-Leça et Passavante (1972) dans un travail s'adressant à l'ensemble du microphytoplancton (fig. 4).

Les comptages faits à partir de récoltes au filet (volume d'eau filtrée connu) s'adressent ici non à l'ensemble du phytoplancton mais, seulement, aux éléments du microplancton. Pendant l'été, la densité moyenne du microplancton à Recife est estimée à une vingtaine de cellules/l. En hiver qui, nous l'avons vu, correspond à la saison des pluies, le développement des cellules est plus intense avec un maximum en juin où Eskinazi-Leça et Passavante trouvent un « pic » de 2 852 cellules/l (fig. 4).

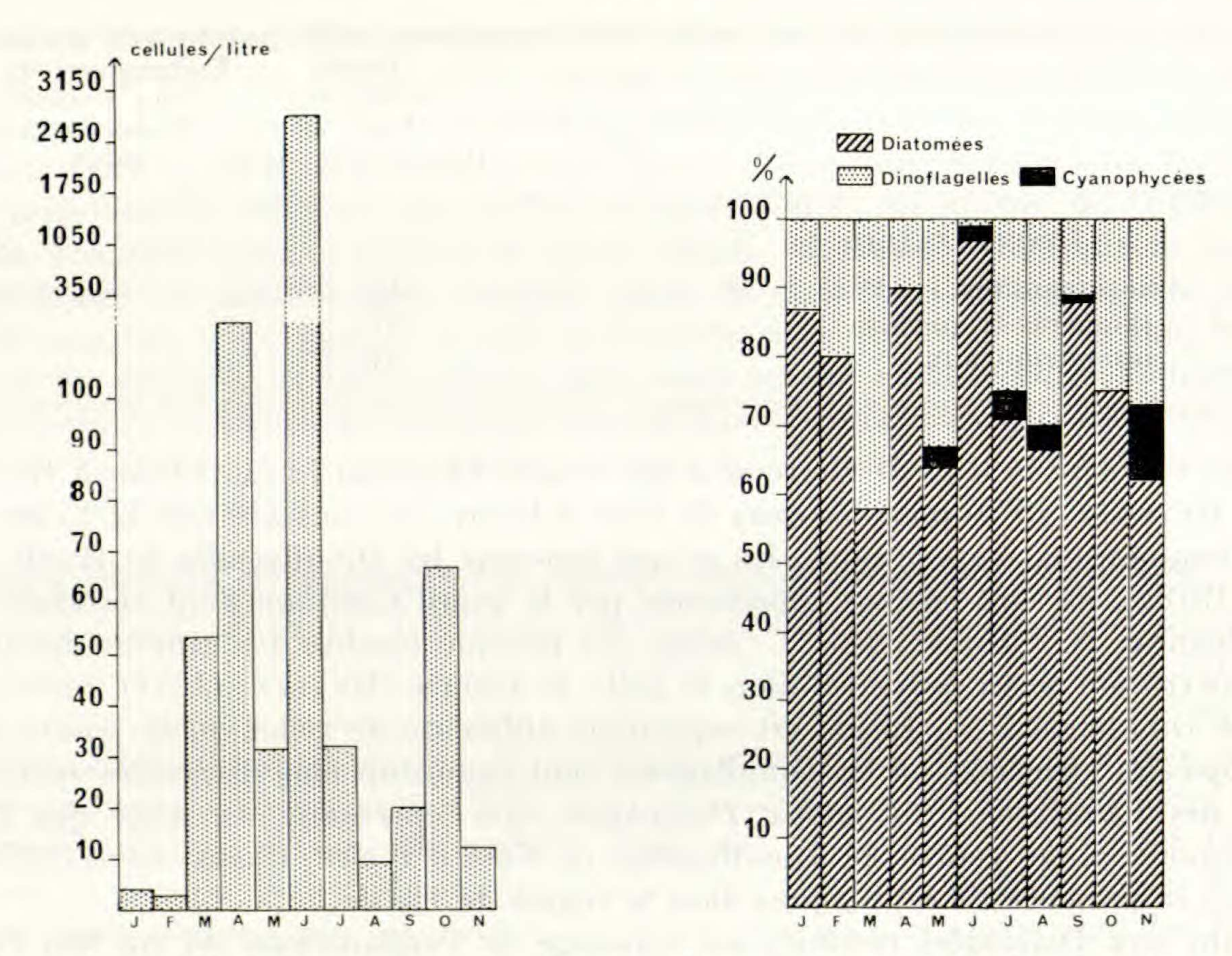


FIG. 4 (*à gauche*). — Variations quantitatives du microplancton côtier en 1965 dans les parages de Recife d'après ESKINAZI-LEÇA et PASSAVANTE (1972).

FIG. 5 (*à droite*). — Importances relatives des Diatomées, Dinoflagellés et Cyanophycées en 1965 dans les parages de Recife d'après les données de ESKINAZI-LEÇA et PASSAVANTE (1972).

Les estimations quantitatives de la chlorophylle a et de la production primaire effectuées par PASSAVANTE (1979*b*) dans une zone de type lagunaire, à 50 km au nord de Recife (canal de Santa Cruz), donnent les résultats suivants : chlorophylle a comprise entre 0,73 et 11,9 mg m^{-3}, production primaire (méthode du 14C *in situ*) comprise entre 0,94 et 76,59 mg C m^{-3} h^{-1}. En ce qui concerne la chlorophylle a, les valeurs sont généralement comprises entre 2 et 6 mg m^{-3}. La production primaire, maximale en hiver et au printemps, est élevée pour une région tropicale. La plupart des mesures effectuées par PASSAVANTE (1979*b*) indiquent, en effet, des productions supérieures à 7 mg C m^{-3} h^{-1}, la moyenne étant égale à 17,68 mg C m^{-3} h^{-1}. PASSAVANTE (*ibid.*) estime que la production primaire moyenne pour l'ensemble de la couche euphotique serait de 36,69 mg C m^{-2} h^{-1}. Ce sont là des valeurs supérieures à celles obtenues par REYSSAC (1970) dans les eaux littorales de Côte d'Ivoire en période d'upwelling (production primaire moyenne en surface estimée à 2,67 mg C m^{-3} h^{-1}), mais cette différence peut s'expliquer par la position des récoltes en zone lagunaire au Brésil, zone enrichie en sels nutritifs par les eaux de ruissellement, et d'ailleurs considérée comme eutrophique (PASSAVANTE, 1979*b*).

Nous verrons maintenant rapidement les résultats de deux campagnes océanographiques qui touchent la province brésilienne : celle de la « Calypso » en janvier-février 1962 et celle du N/O « Almirante Saldanha » en avril et mai 1969. Dans la province ici étudiée, la campagne de la « Calypso » intéresse la région de Salvador (13° S) et celle de l'archipel des Abro-

lhos (18° S). Au cours de celle de l' « Almirante Saldanha », 27 stations ont été effectuées sur le plateau continental entre Maceio (10° S) et le cap São Tomé (22° S). Il s'agit dans les deux cas de pêches au filet. Malgré l'absence d'estimations quantitatives, les résultats ont cependant un intérêt non négligeable sur le plan biogéographique.

Les données fournies par la campagne de la « Calypso » (SEGUIN, 1965), montrent que, dans la région de Salvador, comme près de l'archipel des Abrolhos, les Diatomées sont peu diversifiées. Les Dinoflagellés comportent un plus grand nombre d'espèces qui appartiennent principalement aux genres *Ceratium*, *Amphisolenia*, *Ornithocercus*. C'est, encore là, une flore très différente de celle de la Côte d'Ivoire et de l'ensemble du golfe de Guinée, la principale différence résidant dans la rareté des *Peridinium* et *Dinophysis* sur la côte sud-américaine alors que ces deux genres comportent un très grand nombre d'espèces dans l'Ouest-Africain. Si nous comparons la liste des Diatomées et Dinoflagellés trouvés par SEGUIN (1965) dans la province brésilienne à celle de REYSSAC (1970) en Côte d'Ivoire, nous voyons que la proportion des Diatomées communes aux deux régions est de 21 %, celle des Dinoflagellés de 20 %.

Du point de vue biogéographique, la proportion des espèces thermophiles est très importante, autant dans le secteur de Salvador que dans celui des Abrolhos (tabl. IV). L'affinité de la flore est, encore ici, très proche de celle du golfe de Guinée.

Les caractéristiques hydrologiques correspondant aux prélèvements de l' « Almirante Saldanha » (températures de 26 à 28°C, salinités supérieures à 36 ‰) montrent que les observations se situent dans les eaux du courant du Brésil. Une thermocline était présente à 50 m. Les pêches ayant été faites avec un filet de 100 nm de vide de maille, les résultats peuvent difficilement être comparés à ceux obtenus avec les filets plus fins généralement utilisés. Bornons-nous donc seulement à dire que, d'après MACEDO SAIDAH et MOREIRA FILHO (1977), les Dinoflagellés sont plus abondants que les Diatomées avec, en particulier : *Ceratium tripos*, *C. candelabrum*, *Ceratocorys horrida* et *Ornithocercus steinii*. La flore a un caractère thermophile très net (tabl. IV).

TABLEAU IV. — Affinité biogéographique des Diatomées et Dinoflagellés en plusieurs points de la province brésilienne d'après les résultats obtenus au cours des campagnes de la « Calypso » et de l' « Almirante Saldanha ». Pourcentages comparés.

	Archipel des Abrolhos (SEGUIN, 1965)		Région de Salvador (SEGUIN, 1965)		Courant du Brésil entre 10° et 22° S (MACEDO SAIDAH et MOREIRA-FILHO, 1977)	
DIATOMÉES						
cosmopolites	61		53		58	
tempérées-tropicales	25	38	35	45	28	42
inter-tropicales	13		10		14	
DINOFLAGELLÉS						
cosmopolites	22		21		20	
tempérés-tropicaux	51	69	47	77	58	78
inter-tropicaux	18		30		20	

La forte diversification des Diatomées signalée par MACEDO SAIDAH et MOREIRA FILHO (1977) et la forte proportion des Dinoflagellés traduisent, comme on pouvait s'y attendre dans ces eaux tropicales pauvres, un phytoplancton très probablement clairsemé, un système en équilibre, une population vieille, arrivée au stade final d'une « succession » selon la définition de MARGALEF (1956). Quelques « noyaux » de développement de Diatomées ont cependant été rencontrés. C'est le cas sur la radiale au large de Vitoria (20° S) où se situent des hauts-fonds couverts d'algues calcaires (KEMPF, 1971). La présence de ces hauts-fonds provoque un biotope côtier, donc un effet fertilisant entraînant la multiplication de Diatomées typiquement néritiques comme *Nitzschia closterium* et *N. delicatissima*. Toujours selon la théorie de MARGALEF (*ibid.*), il y aurait donc ici retour à un stade plus jeune d'une « succession » (présence de petites Diatomées, population abondante).

2. **Région de Cabo Frio** (23° S)

Nous abordons maintenant la partie la plus méridionale de la province brésilienne sur laquelle les recherches se sont beaucoup intensifiées depuis 1973 grâce au « projecto Cabo Frio » élaboré par l'Institut de Recherche de la Marine de Rio de Janeiro.

La région du Cabo Frio présente un intérêt tout particulier puisqu'elle est marquée par un upwelling bien connu aujourd'hui grâce aux travaux de MOREIRA DA SILVA (1960, 1971, 1973, 1977*a*), SIGNORINI (1976), MENDONÇA (1977), MOREIRA DA SILVA et MENDONÇA (1977). L'hydrologie des environs du Cabo Frio est également connue par les travaux de IKEDA (1974, 1976) qui portent sur le secteur compris entre le Cabo Frio et la baie de Guanabara. La situation hydrologique est aussi décrite par MASCARENHAS et coll. (1971) entre le cap São Tomé et la baie de Guanabara.

Nous nous bornerons à rappeler ici que cet upwelling a la particularité d'entraîner les eaux profondes riches en sels nutritifs jusqu'à la couche de surface, mais seulement jusqu'à une profondeur de 40-50 m. L'upwelling maintient donc à cette profondeur des eaux dont la teneur en phosphate est de 0,7 µg at/l (fig. 6). Elles correspondent à l'isotherme de 14° C. Les caractéristiques de cette eau de résurgence (T : $< 15°$ C ; S : 35,2-35,6 $^0/_{00}$) montrent qu'il s'agit de l'eau centrale de l'Atlantique sud, présente en profondeur dans cet océan.

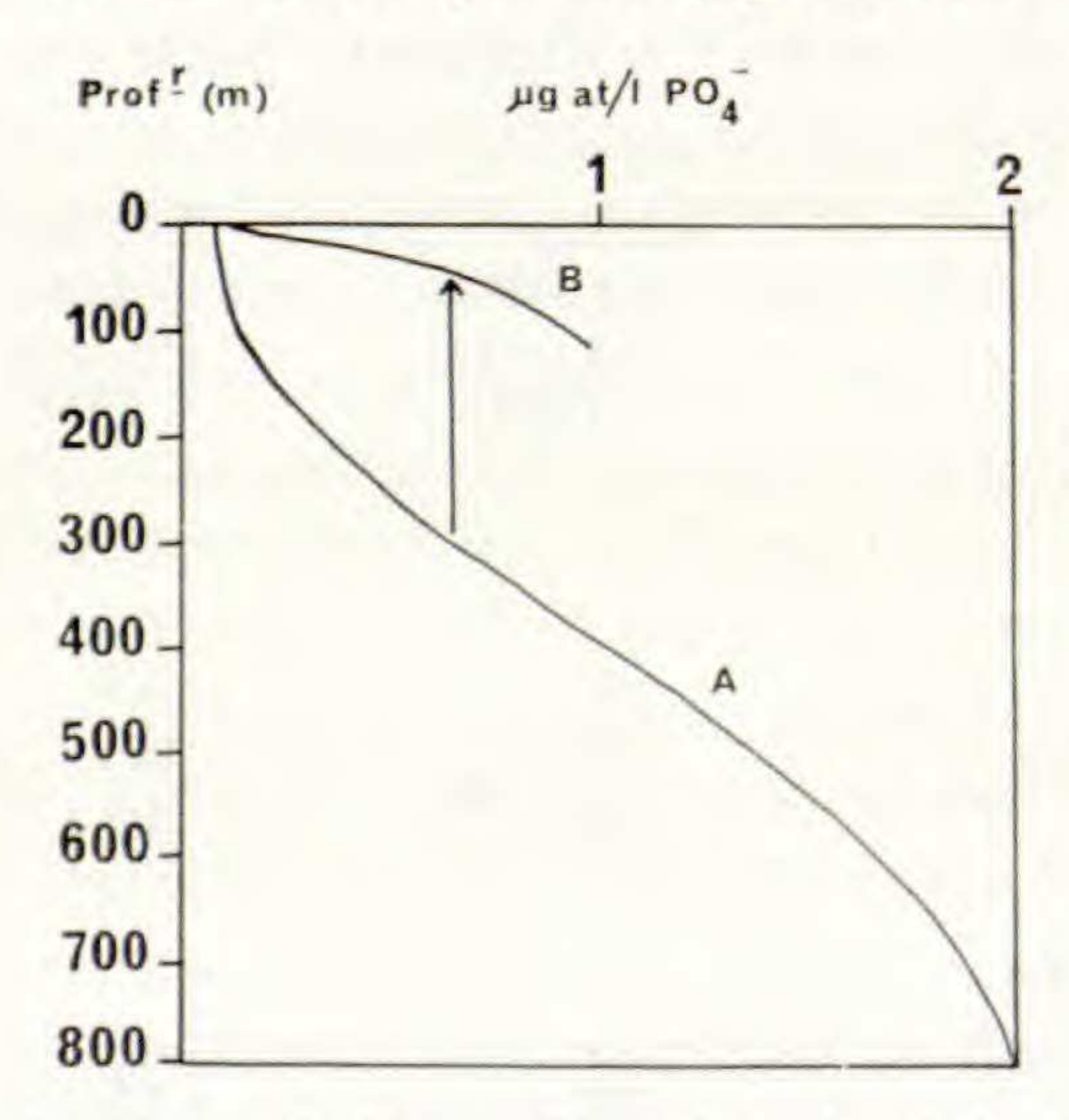


FIG. 6. — Schéma montrant le mécanisme de l'upwelling dans la région du Cabo Frio. La courbe A indique la distribution normale des phosphates dans l'Atlantique sud. La courbe B indique l'effet de l'upwelling près du Cabo Frio (d'après MOREIRA DA SILVA, 1977).

Les travaux portant sur le phytoplancton dans les parages du Cabo Frio sont très nombreux. Ils ont trait à la systématique, aux variations qualitatives et quantitatives dans le temps, à l'écologie. Beaucoup se rapportent aussi à des cultures d'algues phytoplanctoniques mais, comme ils sortent du cadre biogéographique que nous nous sommes fixé dans ce travail, bornons-nous à rappeler ici qu'il a été tenté, à partir du phytoplancton naturel, d'isoler et de cultiver les algues les plus importantes dans la chaîne alimentaire. On montre aussi que l'eau profonde (50 m), amenée dans des conditions d'éclairement favorable à la multiplication des cellules (procédé de pompage décrit par Moreira da Silva, 1977*b*), a la capacité de produire la matière organique nécessaire à l'alimentation des animaux herbivores.

a. — *Aspect qualitatif du phytoplancton. Affinité biogéographique des populations*

Macedo et coll. (1975) nous font connaître les variations qualitatives et quantitatives du phytoplancton pendant près d'une année, en une station fixe située au point même de l'affleurement. Parmi les 151 espèces déterminées, la plus grande partie était des Diatomées avec surtout : *Pseudoeunotia doliolus*, *Rhizosolenia setigera*, *R. fragilissima*, *R. stolterfothii*, *Melosira sulcata*, *Diploneis bombus*, *Nitzschia closterium*, *N. delicatula*, *Coscinodiscus excentricus*, *C. radiatus*, *C. oculus-iridis*, *Asterionella japonica* et *Pleurosigma naviculaceum*. Les Dinoflagellés les plus représentatifs ont été des *Prorocentrum*, *Peridinium*, *Gonyaulax* et *Gymnodinium*.

Comme dans toutes les régions d'upwelling, les espèces les plus fréquentes ou les plus abondantes sont cosmopolites. La flore du Cabo Frio a une affinité très nettement tempérée (tabl. V). Les Diatomées sont prépondérantes et très diversifiées. En revanche, Macedo et coll. (1975) ne signalent qu'une vingtaine d'espèces de Dinoflagellés, la plupart étant cosmopolites.

Nous examinerons aussi les résultats fournis par Valentin et coll. (1978) à partir de 17 prélèvements effectués en février 1977 au cours d'une campagne océanographique intéressant le secteur compris entre le Cabo Frio et l'embouchure du rio Paraïba (22°30 S). Les eaux sont ici faiblement salées (< 35 ‰) et ont de fortes teneurs en silicates consécutives à une influence fluviatile (rios Paraïba, São Joao et Macaé). Cette région au nord du Cabo Frio possède donc des caractéristiques estuarines. Au cours de cette campagne, un fort vent du nord-est avait déplacé l'eau superficielle vers le Cabo Frio, provoquant ainsi une remontée intense d'eaux profondes. L'affleurement se faisait surtout sentir entre Macaé et le cap São Tomé. La côte est parallèle aux vents dominants, situation favorable à une résurgence maximale. Ainsi, près de Macaé, à une profondeur de 10 m, la température était de 14°C seulement, c'est-à-dire aussi basse qu'à proximité du Cabo Frio, point considéré comme le plus froid de toute la région (Moreira da Silva, 1973).

Le travail de Valentin et coll. (1978) aborde principalement l'aspect quantitatif du phytoplancton, que nous verrons plus loin, ainsi que les relations des communautés avec les conditions du milieu, mais une liste d'espèces est cependant donnée. Du point de vue spécifique, les Diatomées dominent largement les Dinoflagellés qui sont aussi peu diversifiés (12 espèces seulement signalées).

La majorité des espèces est cosmopolite (tabl. V).

TABLEAU V. — Affinité biogéographique des Diatomées dans les parages du Cabo Frio et en deux secteurs du littoral ouest-africain. Pourcentages comparés.

	Région du Cabo Frio (VALENTIN et coll., 1978)	Cabo Frio (MACEDO et coll., 1975)	Cap Blanc (REYSSAC, 1975)	Walvis Bay (REYSSAC, 1973)
ESPÈCES				
cosmopolites	82	77	68	77
tempérées-tropicales	14	17	25	19
inter-tropicales	3	5	4	3

Du point de vue de son affinité biogéographique, la flore des Diatomées peut être rapprochée de celle de la région du cap Blanc en Mauritanie (REYSSAC, 1975) ou de celle de Walvis Bay (REYSSAC, 1973) qui l'une et l'autre sont soumises à des affleurements (tabl. V).

Encore ici, on remarque une forte différence spécifique entre les deux bords de l'Atlantique. Si on compare la flore trouvée à proximité du Cabo Frio à celle de deux secteurs ouest-africains dont l'hydroclimat offre quelques ressemblances, on voit que 24 % des Diatomées sont communes avec la région du cap Blanc et 12 % seulement avec celle de Walvis Bay. Cette différence est due, en grande partie, à la présence près du Cabo Frio de très nombreuses Diatomées benthiques arrachées du fond par un fort courant ascendant (MACEDO et coll., 1975).

b. — *Aspect quantitatif du phytoplancton*

Au nord du Cabo Frio, dans la zone étudiée par VALENTIN et coll. (1978), le phytoplancton est assez peu abondant (< 10^4 cellules/l en général, les stations les plus riches étant celles de la radiale de Buzios. Un « bloom » de 2. 10^6 cellules/l a été observé près du Cabo Frio, à 10 m de profondeur (fig. 7).

Comme DANDONNEAU (1971) l'a mis en évidence dans les eaux de Côte d'Ivoire, VALENTIN et coll. (1978) font également ressortir que la zone influencée par les eaux continentales est caractérisée par la présence de Diatomées du genre *Chaetoceros* : ici, *C. affine* et *C. danicum*. Cette communauté disparaît complètement aux stations non influencées par les eaux fluviatiles. La dominance des *Chaetoceros* est principalement associée au flux du rio Paraïba. Les Dinoflagellés dominent dans les eaux franchement océaniques. Une autre communauté composée de *Asterionella japonica* caractérise la masse d'eau au niveau de Macaé. Dans d'autres masses d'eau, on relève la présence de Diatomées benthiques : *Melosira nummuloides*, *M. sulcata*, et *M. monoliformis*, espèces euryhalines assez communes dans les eaux saumâtres.

L'ensemble des résultats obtenus montre que, du point de vue planctonique, la région possède les caractéristiques d'une zone d'estuaire (VALENTIN et coll., 1978). L'influence terrigène sur l'écosystème marin n'a pas un effet fertilisant, la prolifération de *Nitzschia delicatula* près du Cabo Frio étant une conséquence biologique de l'affleurement. Il en est de même pour la prolifération de *Chaetoceros affine* aux stations de la radiale de Buzios, des eaux profondes remontant en surface dans le golfe de Macaé.

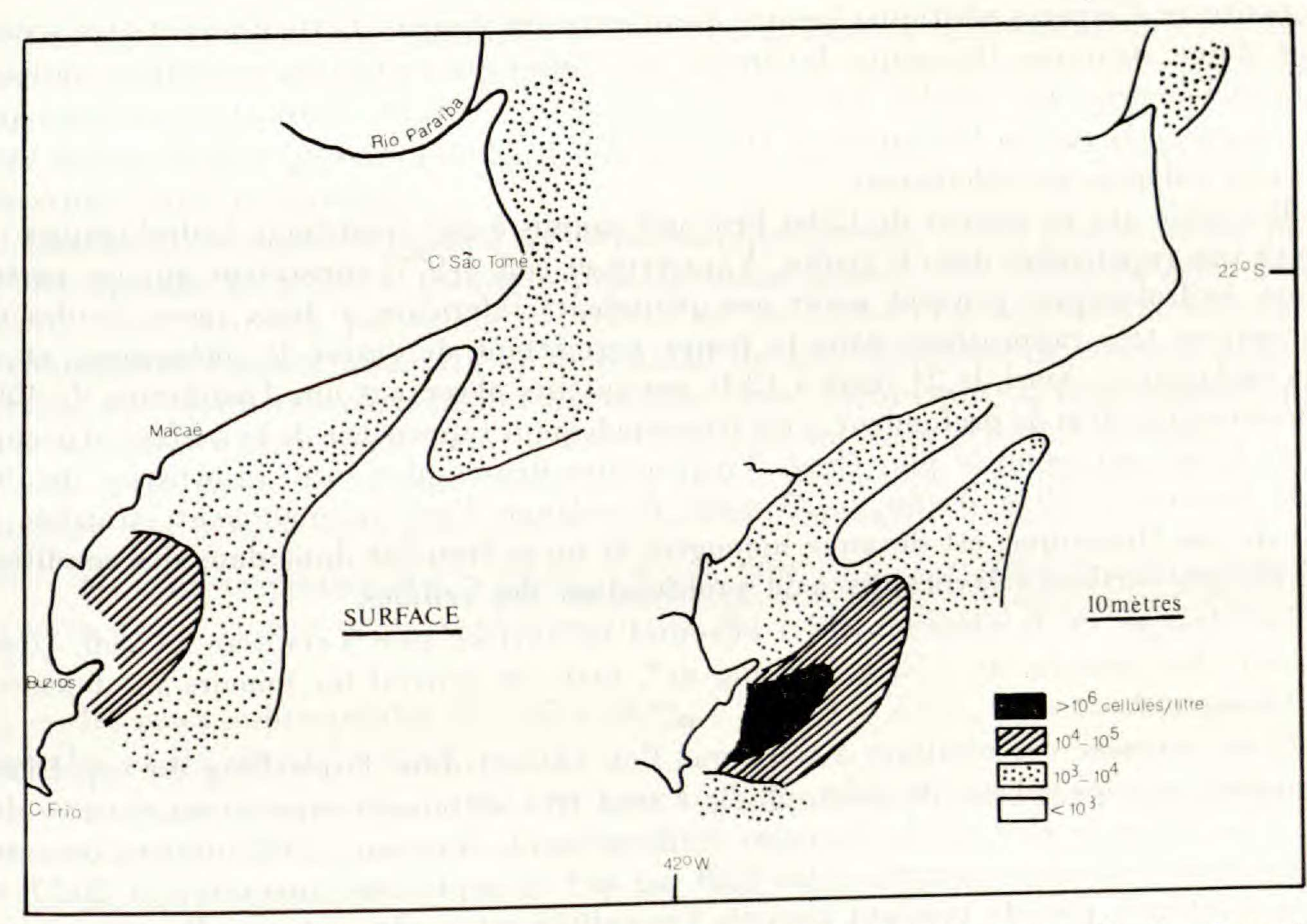


FIG. 7. — Répartition quantitative du phytoplancton en surface et à 10 m entre l'embouchure du rio Paraiba et le Cabo Frio en février 1977 (d'après VALENTIN et coll., 1978).

Dans une optique très écologique, MACEDO et coll. (1975) définissent des communautés phytoplanctoniques en relation avec diverses structures hydrologiques à la station fixe océanique proche du Cabo Frio.

Les résultats quantitatifs sont établis à partir de comptages au microscope inversé.

Dans les eaux froides d'affleurement récent (< 15°C) le phytoplancton est très pauvre quantitativement et qualitativement. Il est surtout constitué de Diatomées benthiques. La biomasse phytoplanctonique devient plus importante lorsqu'on s'éloigne du point d'affleurement, fait constaté plusieurs fois (MARGALEF, 1971) et notamment dans l'upwelling mauritanien (REYSSAC, 1977).

Dans les eaux chaudes, en dehors des périodes d'affleurement (> 21°C), le phytoplancton, typiquement néritique, est fortement diversifié dans toute la colonne d'eau (collectes faites entre la surface et 50 m).

Les comptages, qui s'adressent seulement aux formes du microplancton, montrent que celui-ci est resté inférieur à 5 000 cellules/l avec quelques pics dépassant 100 000 cellules/l. Les auteurs soulignent la rareté des Coccolithophorides, ce qui ne saurait surprendre puisque ces organismes sont surtout thermophiles.

VALENTIN et coll. (1977) arrivent aux mêmes conclusions en ce qui concerne les variations temporelles du phytoplancton : populations très pauvres et composées principalement d'espèces benthiques quand la température est inférieure à 15°C, populations plus abondantes

et constituées d'espèces néritiques lorsque diminue le phénomène. Cette diminution s'accompagne d'une structure thermique favorable aux mélanges verticaux, conditions propices au développement des cellules. Les résultats quantitatifs qu'ils donnent (comptages portant uniquement sur les Diatomées et Dinoflagellés du microplancton) sont du même ordre que ceux indiqués précédemment.

Il semble que ce secteur du Cabo Frio soit soumis à des conditions hydrologiques qui varient très rapidement dans le temps. Valentin et coll. (1977) constatent que ces perturbations hydrologiques peuvent avoir une périodicité inférieure à deux jours. Seules des observations très rapprochées dans le temps permettent de suivre le phénomène et ses effets biologiques. Ainsi, le 21 mars à 12 h, ces auteurs observent que l'isotherme de 15°C, généralement à 50 m de profondeur, s'est très rapidement rapprochée de la surface et occupe, à cette heure, son point le plus élevé. Vingt-quatre heures plus tard, l'isotherme de 15°C est de nouveau à 50 m. Enfin, le 23 mars, la colonne d'eau normalement stratifiée du point de vue thermique, est devenue homogène et on se trouvait donc dans des conditions de mélanges verticaux favorables à la prolifération des cellules.

Les dosages de la chlorophylle a effectués en surface par Valentin et coll. (*ibid.*) montrent des maxima de 1,52 à 1,80 mg m^{-3}, mais en général les teneurs ne dépassent pas 0,5 mg m^{-3}.

Si on compare ces résultats à ceux que l'on obtient dans l'upwelling du cap Blanc, on constate que les valeurs de chlorophylle a sont très nettement supérieures dans ce dernier. A la station la plus proche du point d'affleurement, Reyssac (1977) obtient les résultats suivants : maxima compris entre 8,89 mg m^{-3} en septembre-novembre et 25,57 mg m^{-3} en avril-mai, période pendant laquelle l'upwelling est le plus intense. Pour la période septembre-novembre, la teneur moyenne était de 1,65 à 4,35 mg m^{-3} et, pour la période avril-mai, de 2,19 à 8,33 mg m^{-3}.

La richesse des eaux près du Cabo Frio est donc bien moindre que celle des eaux mauritaniennes. Elle se rapproche, en revanche, de celle des eaux de Côte d'Ivoire en période d'upwelling. Pendant cette période, Reyssac (1970) trouve des moyennes de 0,80 mg m^{-3} avec des pics supérieurs à 2 et même 3 mg m^{-3}.

En ce qui concerne les numérations de cellules (microplancton uniquement) au microscope inversé, Dandonneau (1973) indique pour la Côte d'Ivoire des valeurs comparables à celles trouvées dans les parages du Cabo Frio mais signale cependant des pics supérieurs à 300 000 cellules/l. Dans les parages du cap Blanc, en revanche, l'effectif des Diatomées qui constitue l'essentiel de la biomasse phytoplanctonique, dépasse souvent 1 million de cellules/l (Reyssac, 1977).

C. — Province pauliste

La limite nord de la province pauliste est marquée par la zone froide du Cabo Frio, mais nous verrons que l'effet fertilisant provoqué par ce phénomène est très localisé. La limite sud de cette province se situerait, selon Alves Coelho et Araujo Ramos (1972), vers 28° S, soit approximativement au niveau de la frontière entre l'état de Santa Catarina et celui du Rio Grande du Sud (fig. 1).

Les travaux dont nous disposons ici sont très nombreux mais essentiellement limités à certains points côtiers dont les conditions du milieu se rapprochent de celles des milieux lagunaires ou d'estuaires : baie de Guanabara (état de Rio de Janeiro), baies de Ubatuba et de Santos, région lagunaire de Cananéia (état de São Paulo), baies de Paranagua et de Guaratuba (état du Paraná).

Chacun de ces secteurs possède ses caractéristiques propres : eaux plus ou moins diluées par des apports de rivières, pollution plus ou moins intense. En raison de cette hétérogénéité, nous estimons préférable de traiter de ces différentes régions successivement, en envisageant l'aspect qualitatif et quantitatif du phytoplancton de chacune d'elles en fonction des conditions particulières du milieu. Mais, auparavant, il faut rappeler quelle est la situation hydrologique dans la zone océanique de cette province pauliste.

Sur cette partie de la côte brésilienne, aucun phénomène de remontée d'eau ne se manifeste. On peut y distinguer quatre types d'eau (Moreira, 1976) :

— les eaux tropicales (S : $> 36\ ^0/_{00}$; T : $> 20^oC$) qui sont celles du courant du Brésil ; nous avons vu que ce courant longeait la côte à partir du cap São Roque (entre 5 et 6° S) ;

— les eaux subtropicales (S : 35 à $36\ ^0/_{00}$; T : 10 à 20°C), sous-jacentes aux eaux tropicales et de direction nord ;

— les eaux de plate-forme (S : 35 à $36\ ^0/_{00}$; T : $> 20^oC$) résultat d'un mélange des deux catégories déjà mentionnées avec les eaux côtières ;

— les eaux côtières (S : $< 35\ ^0/_{00}$; T : $> 20^oC$) résultant d'un mélange avec les eaux douces continentales.

1. **Baie de Guanabara et secteur océanique voisin** (22° 50′ S)

Dans la baie de Guanabara et le secteur océanique avoisinant, les recherches se sont intensifiées ces dernières années, d'abord sous l'impulsion de la FEEMA [1], puis de l'Université Santa Úrsula de Rio de Janeiro. C'est là une initiative très heureuse car, sur le plan du phytoplancton, les recherches étaient à la fois rares et partielles (Faria et Cunha, 1917 ; Oliveira, 1950 ; Moreira Filho, 1964 ; Moreira Filho et coll., 1977).

Avant d'envisager la baie de Guanabara, nous verrons d'abord le secteur océanique voisin à travers le travail de Moreira Filho (1964) qui porte sur dix récoltes au filet effectuées entre le Cabo Frio et Rio de Janeiro, puis celui de Moreira Filho et coll. (1977) qui étudient le microphytoplancton en treize stations situées dans les mêmes parages après récoltes au filet (vide de mailles : 100 nm). Nous terminerons par le travail de Sevrin-Reyssac et coll. (1979) qui s'adresse à une aire très limitée dans l'espace (zone influencée par un des plus importants égouts de Rio de Janeiro). Les variations quantitatives du phytoplancton y sont suivies pendant trois mois.

Les récoltes inventoriées par Moreira Filho (1964) se situent toutes sur le plateau continental. Les plus éloignées de la côte sont dans des eaux « tropicales », les plus rapprochées dans des eaux de « plate-forme ». Ces observations ont été faites à la fin de l'hiver (septembre), période pendant laquelle les températures superficielles étaient de 20 à 22°C.

1. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (organisme surtout chargé du contrôle de la qualité des eaux).

Les eaux sont pauvres en éléments nutritifs : teneurs en phosphates de l'ordre de 0,1 à 0,3 µg/l.

Le travail de MOREIRA FILHO est essentiellement un inventaire des Diatomées. Quatre-vingt-dix espèces sont identifiées parmi lesquelles dominent : *Biddulphia sinensis*, *B. mobiliensis*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *R. alata*, *R. setigera*, *Chaetoceros affine*, *C. compressum*, *Stephanopyxis turris*, *S. palmeriana*, *Thalassionema nitzschioides*, *Synedra tabulata*, *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus gigas*, *C. asteromphalus*, et *C. jonesianus*.

La présence d'espèces thermophiles comme *Biddulphia sinensis*, *B. mobiliensis*, *Asterolampra marylandica*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *Coscinodiscus gigas* ou d'espèces dont l'affinité est plus nettement inter-tropicale comme *Stephanopyxis palmeriana* et *Coscinodiscus jonesianus* traduisent une influence du courant du Brésil (eaux tropicales). En revanche, d'après MOREIRA FILHO (*ibid.*), *Asteromphalus hookerii* serait indicatrice des eaux antarctiques et sub-antarctiques (influence du courant des Falklands). Il semble que le point le plus septentrional où elle ait été trouvée soit le Cabo Frio (MACEDO et coll., 1975).

Sur le plan biogéographique, les peuplements étudiés par MOREIRA FILHO (1964) ont une affinité comparable à ceux prélevés au niveau même ou dans les parages nord du Cabo Frio (MACEDO et coll., 1975 ; VALENTIN et coll., 1978). La proportion des espèces thermophiles est relativement faible : 76 % de Diatomées cosmopolites, alors que 19 % sont tempérées-tropicales et 5 % inter-tropicales.

Sur le plan quantitatif, MOREIRA FILHO (1964) note une diminution des effectifs de la côte vers le large, les populations proches du rivage étant plus diversifiées sur le plan spécifique.

Les récoltes inventoriées par MOREIRA FILHO et coll. (1977) ont été faites en été (décembre). C'est probablement en raison de leur caractère estival que les pêches ont fourni plus d'espèces thermophiles que celles du mois de septembre. La proportion des Diatomées cosmopolites n'est plus que de 67 % mais, malgré le caractère plus chaud de la flore comme en atteste l'abondance de certaines Diatomées thermophiles (*Climacodium frauenfeldianum*, *Hemiaulus membranaceus*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *Planctoniella sol*), les influences froides persistent avec encore la présence de *Asteromphalus hookerii*. Ce travail confirme bien que nous nous trouvons ici dans une zone intermédiaire entre une province tropicale et une province tempérée.

Les résultats quantitatifs donnés par SEVRIN-REYSSAC et coll. (1979) au large de Rio de Janeiro, à proximité de l'égout sous-marin déjà mentionné, montrent que le phytoplancton est assez pauvre malgré l'influence fertilisante qu'aurait pu avoir l'arrivée importante de résidus domestiques sur le développement des cellules. Pendant la période des observations (mai à juillet 1978), les concentrations en chlorophylle a ont été rarement supérieures à 1 mg m^{-3}. Les moyennes mensuelles, comprises entre 0,5 et 1 mg m^{-3}, sont du même ordre de grandeur que celles trouvées dans d'autres régions littorales tropicales soumises à des influences continentales fertilisantes. En Côte d'Ivoire, par exemple, REYSSAC (1970) trouve une moyenne annuelle de 0,55 mg m^{-3} sur les fonds de 25 m. Dans les eaux côtières de Madagascar, SOURNIA (1968) obtient des valeurs comparables. Soulignons aussi que les quantités de chlorophylle a que nous venons d'indiquer pour la région de Rio de Janeiro sont également très proches de celles du point fixe océanique étudié par VALENTIN et coll.

(1977) dans les eaux de l'upwelling de Cabo Frio. Nous avons vu que ces auteurs indiquaient des maxima de 1,52 à 1,80 mg m^{-3}, tout en constatant qu'en général les teneurs ne dépassaient pas 0,5 mg m^{-3}. La principale influence fertilisante à laquelle sont soumises les stations à proximité de Rio de Janeiro est, vraisemblablement, liée à une arrivée d'eau très polluée provenant de la baie de Guanabara.

Ces dernières années, une grande attention a été portée aux problèmes de la pollution en baie de Guanabara. Cette baie de 400 km^2 constitue une zone de très grande ressource biologique et sa richesse sur le plan ichtyologique est bien connue. Il n'est donc pas vain d'insister sur ce qu'a de regrettable, ou plutôt de catastrophique, le fait qu'elle soit devenue un des secteurs les plus pollués de la côte brésilienne. Les travaux menés par la FEEMA montrent que les rejets de matériaux organiques et de déchets divers sont si importants qu'ils peuvent parfois former de véritables masses d'effluents solides flottant à la surface des eaux. Ces masses de déchets, sortes d'îles flottantes, sont entraînées par les courants en dehors de la baie. Elles peuvent atteindre des dimensions considérables. On en a signalé une qui avait 150 km de long et 20 km de large.

Très peu de rejets d'égout sont traités avant d'être déversés dans la baie. A cette pollution domestique, s'ajoute une pollution industrielle considérable. Selon la FEEMA, 5 000 industries rejettent leurs déchets dans la baie.

Celle-ci reçoit, surtout dans sa partie nord, de nombreuses petites rivières qui diluent ses eaux. Les salinités, qui sont voisines de 34 $^0/_{00}$ à l'entrée de la baie, sont inférieures à 30 $^0/_{00}$ dans la partie la plus interne. Les températures sont du même ordre que dans la zone océanique adjacente soit de 22 à 24°C en moyenne pendant la période hivernale (SEVRIN-REYSSAC et coll., 1979).

L'étude systématique du phytoplancton de la baie est en cours, notamment grâce aux récoltes faites par l'Université Santa Úrsula. La liste donnée par FARIA et CUNHA (1917) est très sommaire, mais cet auteur ainsi qu'OLIVEIRA (1950) nous apprennent que des eaux rouges s'y sont manifestées, entraînant la mort de plusieurs espèces de poissons. Ces eaux rouges seraient dues à la prolifération de Dinoflagellés : *Glenodinium trochoideum*, *Prorocentrum*, *Noctiluca miliaris* mais aussi à celle des Cyanophycées.

Les principales espèces signalées par SEVRIN-REYSSAC et coll. (1979) pendant la période mai-juillet 1978 sont *Cyclotella meneghiniana*, *C. striata*, *Thalassiosira* sp., *Rhizosolenia fragilissima*, *Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum*, *Gonyaulax diacantha*, *G. catenata* et *Prorocentrum micans*. Il s'agit là d'un peuplement côtier à caractère saumâtre.

Pendant cette période, les Cyanophycées et les Diatomées de petite taille formaient l'essentiel de la biomasse phytoplanctonique (fig. 9).

L'importance des Cyanophycées est considérable dans la baie de Guanabara, surtout dans la partie nord (fig. 9). On les trouve fréquemment à raison de plusieurs dizaines de millions de filaments par litre. Une concentration de 45 millions de filaments/l a même été rencontrée.

Les Diatomées forment également des peuplements très denses dans toute la baie : souvent plus de 5 millions de cellules/l et près de 27 millions de cellules/l dans la partie la plus interne.

Quant aux Flagellés nus, ils constituent, dans la majorité des récoltes, une part importante de la biomasse phytoplanctonique (30 à 35 % en moyenne). Dans la partie la plus interne de la baie, ils ont dépassé 10 millions de cellules/l. Comme pour l'ensemble du phy-

toplancton, les populations ont toujours été moins importantes aux stations les plus proches de l'entrée de la baie (SEVRIN-REYSSAC et coll., 1979).

Les conditions du milieu dans la baie de Guanabara (conditions dues à la pollution en particulier) paraissent tout à fait favorables au développement d'un Phytoflagellé appartenant au groupe des Chloromonadines. Des pullulations de ces organismes ont, à plusieurs reprises, provoqué des phénomènes d'eaux rouges (jusqu'à près de 20 millions de cellules/l) sans qu'il ait été observé de mortalité de poissons (SEVRIN-REYSSAC et coll., *ibid.*).

Les concentrations en chlorophylle a sont très importantes surtout dans la partie la plus interne où elles dépassent fréquemment 20 mg m^{-3}. La valeur maximale relevée par les mêmes auteurs correspondait à un prélèvement fait dans des eaux rouges : 47,7 mg m^{-3}.

La production primaire mesurée *in situ* par la méthode du 14C est également très élevée : moyennes mensuelles supérieures à 600 mgC m^{-3} j^{-1}, le maximum observé étant de 1 374 mgC m^{-3} j^{-1}.

La richesse exceptionnelle du phytoplancton dans la baie de Guanabara doit être considérée comme caractéristique d'une région eutrophique.

Dans quelle mesure peut-on comparer les résultats obtenus dans un milieu si profondément modifié à ceux provenant d'autres eaux côtières dont les caractéristiques sont restées naturelles ?

Nous avons voulu cependant rapprocher les données concernant la baie de Guanabara à celles d'une baie africaine de superficie à peu près égale et située, comme la baie de Guanabara, à proximité d'un tropique (21° N). Il s'agit de la baie du Lévrier, en Mauritanie (tabl. VI).

TABLEAU VI. — Comparaison de quelques caractéristiques concernant le phytoplancton de la baie de Guanabara (SEVRIN-REYSSAC et coll., 1979) et de la baie du Lévrier (REYSSAC, 1977).

	BAIE DE GUANABARA	BAIE DU LÉVRIER
Source d'enrichissement des eaux	pollution d'origine variée	upwelling
Nombre total de cellules	> 10 millions/l fréquemment	1 à 2 millions/l
Groupes dominants	Diatomées, Cyanophycées	Diatomées, Dinoflagellés, Coccolithophoridées
Eaux rouges	Chloromonadines	*Gymnodinium galatheanum*
Chlorophylle a	> 20 mg m^{-3} fréquemment	< 10 mg m^{-3} en général
Maximum de chlorophylle a observé	47,7 mg m^{-3} (prolifération de Chloromonadines)	45 mg m^{-3} (prolifération de Diatomées)
Production primaire *in situ* (14 C)	> 600 mg m^{-3} j^{-1}	< 500 mg m^{-3} j^{-1}
Maximum de production observé en surface	1374 mg m^{-3} j^{-1}	929 mg m^{-3} j^{-1}
Maximum de production observé pour l'ensemble de la couche eutrophique	3,6 gC m^{-2} j^{-1}	3,0 gC m^{-2} j^{-1}

Bien que les eaux de la baie du Lévrier soient déjà souillées localement par des rejets industriels et domestiques, le degré de pollution n'est en rien comparable à celui de la baie de Guanabara. Il est donc encore possible de considérer, surtout à la période où ont été faites les observations (1972 et 1973), que les phénomènes biologiques n'étaient pas modifiés par une pollution. On peut constater (tabl. VI) que les valeurs obtenues en baie de Guanabara sont très nettement supérieures à celles de la baie du Lévrier, c'est-à-dire que l'effet fertilisant, dû à l'intense pollution dont nous avons parlé, provoque un développement du phytoplancton plus important que dans une des zones les plus riches du monde grâce à un upwelling quasi permanent.

Avant d'envisager le phytoplancton de la côte de l'état de São Paulo, signalons que des recherches sur le phytoplancton sont en cours dans la baie de Sepetiba et Ilha Grande (fig. 1). Très riche sur le plan ichtyologique, cette baie dont la superficie est supérieure à celle de la baie de Guanabara, se situe sur le littoral sud de l'état de Rio de Janeiro, c'est-à-dire qu'elle est peu éloignée de la baie de Guanabara.

Un travail très sommaire de OLIVEIRA (1946), qui identifie quelques espèces récoltées au filet, nous fait savoir que les Dinoflagellés du genre *Ceratium* y sont bien représentés mais que les Diatomées sont dominantes avec principalement des *Chaetoceros*.

2. **Baie de Ubatuba** (22° 30′ S)

Du point de vue hydrologique, cette baie est occupée soit uniquement par des eaux côtières, de salinité inférieure à 35 ‰ et pouvant même atteindre 33 ‰ en période de pluies, soit à la fois par des eaux côtières et des eaux de « plate-forme » (ALMEIDA PRADO, 1962). Pendant l'hiver, les températures superficielles sont de l'ordre de 22°C. Elles dépassent 27°C en été (TEIXEIRA, 1973*a*).

Laissant de côté le travail de KUTNER (1961) sur les Diatomées benthiques, nous ferons ici mention de celui de ALMEIDA PRADO (1962) qui étudie le phytoplancton récolté au filet en quatre stations pendant l'été (octobre-décembre 1960).

L'auteur constate que les populations sont plus denses dans les eaux de « plate-forme » que dans les eaux côtières et que, par ailleurs, l'abondance du phytoplancton augmente lorsqu'on se rapproche de la fin de l'année. Nous verrons que ce maximum estival est aussi constaté en d'autres points de la côte pauliste.

Des dosages de la chlorophylle a et des mesures de la production primaire par le 14C (méthode *in situ*) ont été effectués en hiver et en été par TEIXEIRA (1973*a*). La chlorophylle a est beaucoup plus abondante en été (jusqu'à 4,2 mg m^{-3} en surface) qu'en hiver. C'est au mois d'août qu'a été trouvée la valeur minimale : 1,1 mg m^{-3}. Les mesures ayant été faites dans toute la colonne d'eau, on peut voir que les différences sont peu accentuées entre les différents niveaux étudiés. Toutefois, c'est aux profondeurs correspondant à 25 % ou 10 % de l'éclairement superficiel que sont les teneurs les plus élevées.

TEIXEIRA (1973*a*) estime que, dans cette région, le facteur limitant la multiplication des cellules est la concentration en nitrates. En effet, la concentration en phosphates est relativement élevée puisqu'elle est parfois supérieure à 1 µg at/l. TEIXEIRA (*ibid.*) constate que l'addition de nitrates fait passer la quantité de chlorophylle a de 1,62 à 7,56 mg m^{-3} après 53 heures d'incubation.

La production primaire est également beaucoup plus élevée en été (jusqu'à 337,92

mg C m^{-3} j^{-1}) qu'en hiver (56,80 mg C m^{-3} j^{-1}). A partir des données fournies par Teixeira (*ibid.*), nous avons calculé la production totale journalière de l'ensemble de la couche d'eau [1]. D'après ces estimations, elle serait de 146 et 649 mg C m^{-2} j^{-1} respectivement en hiver et en été à la station la plus côtière, et de 248 et 987 mg C m^{-2} j^{-1} à la sortie de la baie. Pour expliquer les résultats moins élevés à la station la plus proche du rivage, il faut préciser que, vu la faible profondeur, les expériences n'ont pas pu être faites aux niveaux correspondant à 25 % et 1 % de l'éclairement lumineux superficiel, alors que les mesures ont été réalisées dans l'ensemble de la couche euphotique à l'autre station.

Ces résultats montrent que les eaux de Ubatuba sont relativement riches. Pour Teixeira (1973*a*), elles seraient soumises à deux sources d'enrichissement : une influence des eaux froides d'origine océanique et, en saison des pluies, une arrivée d'eaux continentales enrichies par des apports terrigènes.

3. **Baie de Santos** (24° S)

Avec la baie de Santos, nous retrouvons un milieu dont la pollution est comparable à celle de la baie de Guanabara. Elle reçoit une très grande quantité de résidus organiques ou inorganiques d'origine domestique ou industrielle. Galvão (1978) y effectue une étude quantitative du phytoplancton en trois stations (fig. 8). Sur le plan qualitatif, cet auteur signale, parmi les principales espèces : *Skeletonema costatum* qui représente, en moyenne, 45 % des populations, *Nitzschia closterium*, *Asterionella japonica* et *Leptocylindrus* sp.

Des anomalies morphologiques sont relevées sur les *Skeletonema* et *Leptocylindrus*. Galvão (1978) relie ces anomalies à la présence de produits toxiques provenant des égouts ou des industries. Ces aberrations morphologiques pourraient être causées par une altération de la composition ionique du milieu dû à un excès de sels nutritifs ou à la présence de métaux lourds.

Dans ces mêmes parages, Souza (1950) étudiant les variations morphologiques dans le genre *Ceratium*, trouve un échantillon anormal de *C. furca*. Celui-ci était pourvu d'un troisième prolongement sur la plaque antapicale droite.

Mais c'est surtout sur le plan quantitatif que Galvão (1978) donne des résultats d'un grand intérêt. Comme dans la baie de Guanabara, les conditions de pollution provoquent ici un intense développement du phytoplancton (fig. 9). Les populations les plus denses se rencontrent en été, cette richesse correspondant au maximum des précipitations et de la radiation solaire (jusqu'à 51,2 $\times$ 10^6 cellules/l). L'importance moyenne du phytoplancton a varié de 14 à 21,4 $\times$ 10^6 cellules/l aux trois stations étudiées de février à décembre 1976. La phase de déclin se situe en hiver (minimum : 74 $\times$ 10^3 cellules/l). Ce sont là des valeurs du même ordre de grandeur que celles données par Sevrin-Reyssac et coll. (1979) dans la baie de Guanabara (fig. 9).

Dans la baie de Santos, le phytoplancton paraît peu diversifié puisque, d'après Galvão (1978), près de 85 % des cellules est constitué par quatre genres de Diatomées : *Skeletonema* (45 %), *Cyclotella* (14 %), *Leptocylindrus* (13 %) et *Chaetoceros* (11 %). Le déve-

1. Si P1, P2, P3 sont les productions en mg C m^{-3} j^{-1} aux profondeurs p1, p2, p3..., la production totale journalière par mètre carré et par jour est égale à : $\frac{P1\ P2}{2}(p2 - p1) + \frac{P2\ P3}{2}(p3 - p2) + \ldots\ldots$

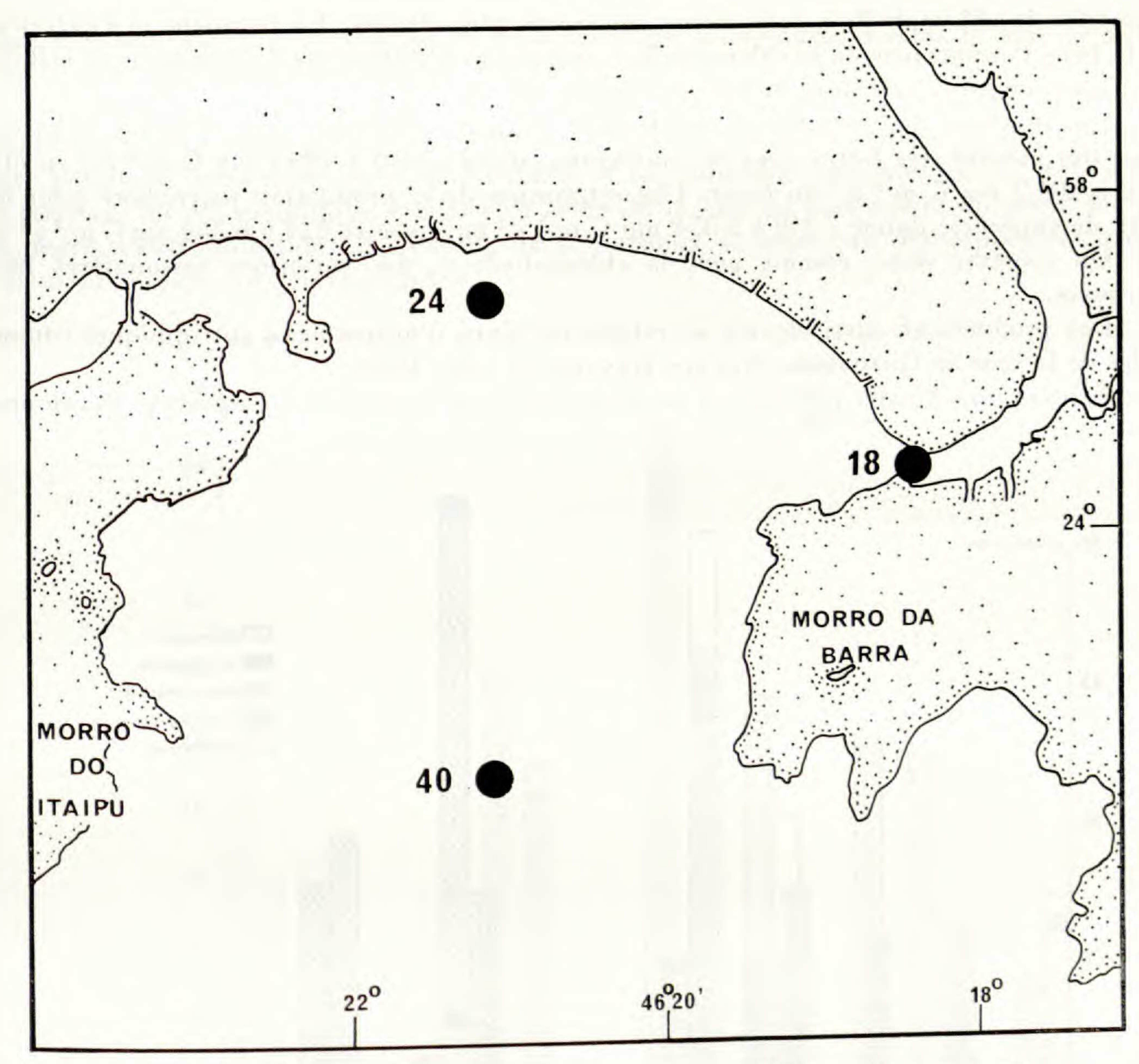


FIG. 8. — Position des stations étudiées par GALVÃO (1978) en baie de Santos.

loppement des *Skeletonema* peut devenir considérable puisque le même auteur signale un maximum estival de 39 × 10^6 cellules/l.

Les quantités de chlorophylle a trouvées par GALVÃO (*ibid.*) sont également très élevées et caractéristiques d'une région eutrophique : variations comprises entre 3,5 et 55,3 mg m^{-3}. Même en hiver, période correspondant à un certain déclin du phytoplancton, GALVÃO indique jusqu'à 22,0 mg m^{-3}. Cette région est aussi caractérisée par de fortes variations temporelles et spatiales de ce pigment (fig. 10). Ce type de variation est d'ailleurs habituel dans de tels milieux (CAPERON et coll., 1971).

Si nous rapprochons ces résultats de ceux obtenus à la même saison par SEVRIN-REYSSAC et coll. (1979) dans la baie de Guanabara, nous voyons que l'ordre de grandeur est semblable dans les deux secteurs. Dans la partie la plus interne de la baie de Guanabara, les

quantités de chlorophylle a sont même nettement plus élevées. En revanche, à l'extérieur de la baie, l'importance de la chlorophylle a comme les résultats des numérations de cellules sont bien moindres que dans la baie de Santos (fig. 9).

Les résultats des mesures de production primaire effectuées par Galvão montrent aussi des valeurs très fortes avec un maximum estival : 48,0 à 488,4 mg C m^{-3} h^{-1} en été, 22,6 à 204,2 mg C m^{-3} h^{-1} en hiver. Une estimation de la production journalière pour les eaux de superficie donne : 242 à 2 354 mg C m^{-3} j^{-1} en hiver et 524 à 6 344 mg C m^{-3} j^{-1} en été. On constate donc, comme pour la chlorophylle a, des variations saisonnières bien marquées.

Des productions aussi élevées se retrouvent dans d'autres eaux eutrophiques comme celles de la baie de Guanabara (Sevrin-Reyssac et coll., 1979).

Remarquons d'autre part que, si ces deux baies sont le siège d'un important développe-

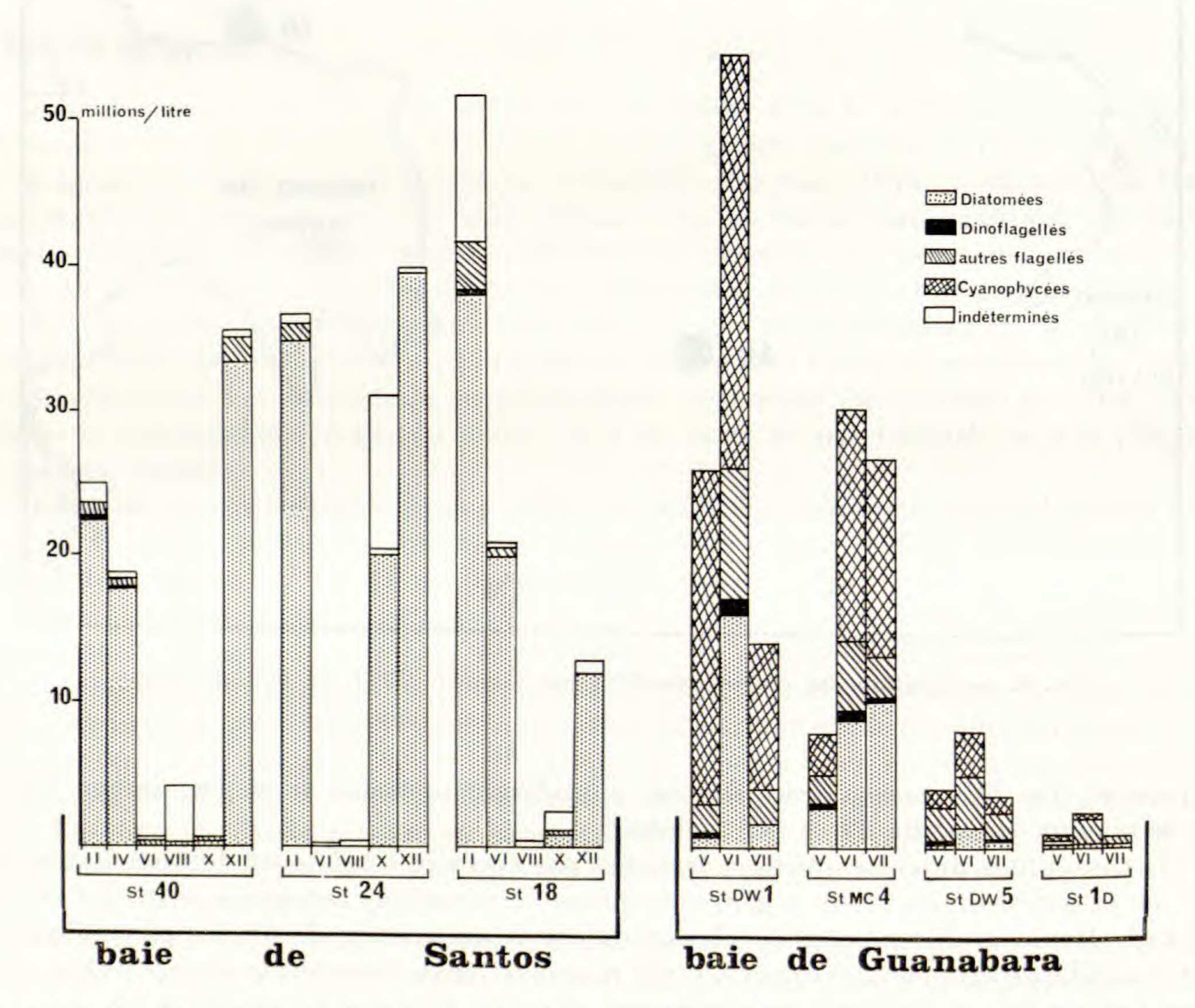


Fig. 9. — Variations quantitatives comparées du phytoplancton en baie de Santos (d'après les données de Galvão, 1978) et en baie de Guanabara (d'après Sevrin-Reyssac et coll., 1979). Pour la position des stations en baie de Santos, se reporter à la figure 8. Dans la baie de Guanabara, l'emplacement des stations est le suivant : DW1 dans la partie la plus interne de la baie, MC4 dans la zone intermédiaire, DW5 près de la sortie. La station 1D, extérieure à la baie, se trouve en zone côtière, au niveau de Rio de Janeiro.

ment des Diatomées, en revanche les Cyanophycées, si abondantes dans la baie de Guanabara, sont très rares dans celle de Santos (fig. 9).

Il semble que les résultats se rapportant à la baie de Santos soient difficilement comparables à ceux d'autres régions littorales de la province pauliste non soumises à une aussi forte pollution comme les baies de Ubatuba et de Cananéia, par exemple. En revanche, on retrouve ici des conditions similaires à celles de la baie de Guanabara du point de vue du degré d'eutrophisation. Il s'ensuit, dans ces deux secteurs, un développement anormalement intense du phytoplancton.

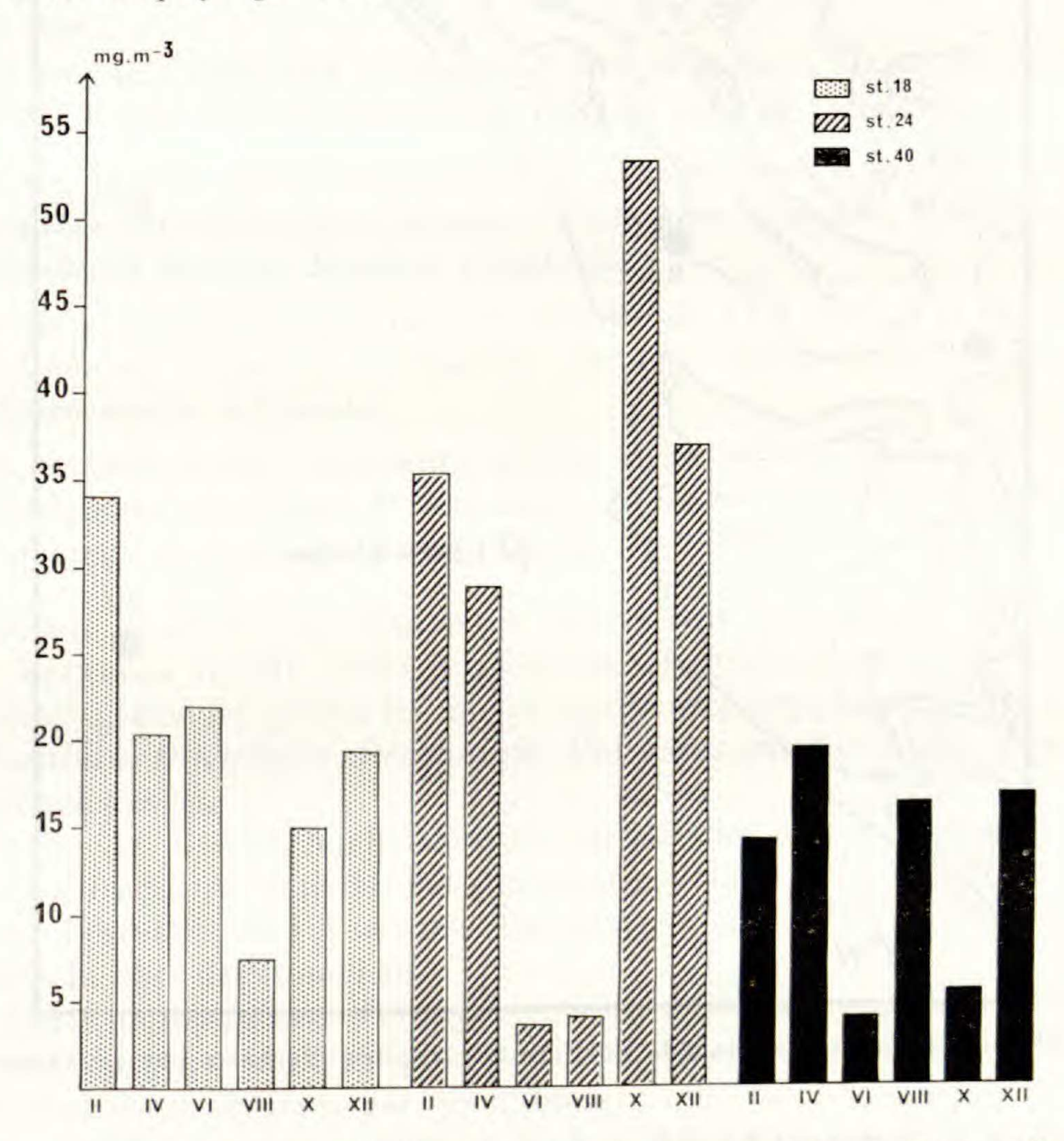


Fig. 10. — Concentrations de la chlorophylle a à 3 stations situées en baie de Santos (d'après les données fournies par Galvão, 1978). Pour la position des stations, voir la figure 8.

4. **Baie de Cananéia** (25° S)

Cette zone lagunaire bordée de mangroves (fig. 11) est le point de la province pauliste le mieux étudié, notamment grâce à l'Institut océanographique de São Paulo. On trouve ici bon nombre de travaux tant systématiques, Carvalho (1950), Teixeira et Kutner (1961), que quantitatifs : Garcia Occhipinti et coll. (1961), Teixeira et Kutner (1962), Teixeira et coll. (1965 et 1967), Tundisi et Teixeira (1968), Teixeira (1969), Tundisi (1969), Aidar (1970*a*) et Kutner (1972).

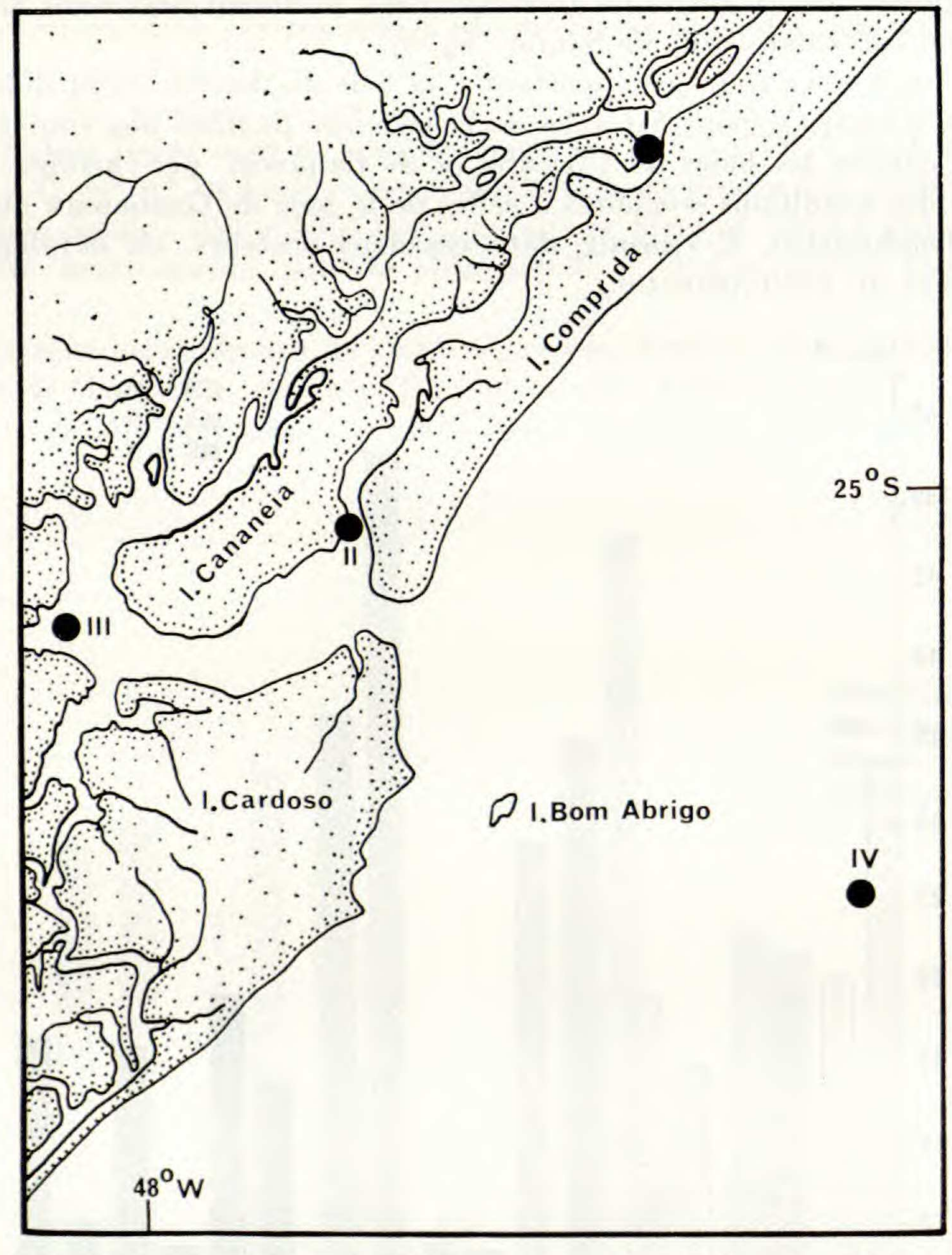


Fig. 11. — La région lagunaire de Cananéia. Position des récoltes effectuées par Teixeira et coll. (1965).

Dans le cadre de notre étude qui envisage les aspects qualitatifs, quantitatifs et biogéographiques du phytoplancton, nous nous bornerons à citer les travaux plutôt axés sur les problèmes de culture (Vieira, 1977) ou de méthodologie comme ceux de Teixeira (1973*b*) et de Aidar (1970*a*), ce dernier auteur comparant les résultats de production primaire obtenus à Cananéia en utilisant la méthode *in situ* et *in situ* simulé.

Par ailleurs, certains auteurs ont réalisé des séries d'expériences sur le fractionnement du phytoplancton pour juger du rôle joué dans la fixation du 14C par les différentes catégories de taille de cellules (Tundisi et Teixeira, 1968 ; Tundisi, 1969). Nous les verrons très brièvement.

Le principal intérêt de cette région est qu'elle possède plusieurs types de milieux, très différents les uns des autres.

Du point de vue climatologique, les caractéristiques sont les mêmes que plus au nord dans la région de Rio.

Le maximum des pluies se situe en été, le minimum en hiver. La salinité est donc sous la dépendance de ce régime mais elle reste très basse dans tout le secteur (voisine en général de 30 $^{0}/_{00}$). Les valeurs les plus faibles se rencontrent en été. Une salinité de 5,22 $^{0}/_{00}$ a été signalée dans l'un des nombreux bras de ce système complexe formé d'un ensemble de petits estuaires auxquels s'ajoutent quelques lagunes côtières (fig. 11).

Les températures estivales en surface peuvent dépasser 25°C alors qu'en hiver elles sont de 19 à 20°C.

Dans un travail s'adressant uniquement aux Diatomées, Teixeira et Kutner (1961) définissent trois types de communauté en rapport avec la salinité :

— dans les eaux à faible variation de la salinité, mais à salinité élevée (type océanique), les espèces caractéristiques seraient : *Chaetoceros costatum*, *C. curvisetum*, *Corethron hystrix*, *Rhizosolenia hyalina*, *Ditylum brightwellii* ;

— dans les eaux à forte variation de salinité (de 12 à 23 $^{0}/_{00}$) on trouverait *Lauderia borealis*, *Skeletonema costatum*, *Guinardia flaccida*, *Rhizosolenia alata*, *Leptocylindrus danicus* et *Schröederella delicatula* ;

— dans les eaux ayant constamment une basse salinité, les espèces caractéristiques seraient : *Pinnularia interrupta*, *P. latevittata*, *Hidrosera triquetra*, *Eunotia major*, *E. pectinalis* var. *elongata* et *Cyclotella meneghiniana*.

D'une façon générale, les Diatomées constituent toujours les éléments dominants à Cananéia. Teixeira et coll. (1965) y trouvent des *Skeletonema* en nombre considérable. Parmi les Dinoflagellés, les genres les mieux représentés seraient, selon les mêmes auteurs : *Ceratium*, *Noctiluca*, *Dinophysis*, *Peridinium*, *Prorocentrum*, *Exuviaella*, *Goniaulax*, *Gymnodinium* et *Ornithocercus*.

La présence des Coccolithophoridés est surtout liée aux eaux océaniques. Ces organismes sont peu fréquents dans les eaux saumâtres. Nous l'avons déjà vu dans la région influencée par l'estuaire de l'Amazone. Reyssac et coll. (1979) notent aussi leur faible fréquence dans la baie de Guanabara.

Quant aux Chlorophycées, Teixeira et coll. (1965) les signalent comme très abondantes, surtout dans les eaux les plus dessalées. Quelques « blooms » de Cyanophycées (*Oscillatoria*) sont aussi observés par ces auteurs.

Carvalho (1950), inventoriant 70 pêches au filet provenant du Rio Maria Rodrigues, l'un des estuaires appartenant au « complexe » de Cananéia, donne une liste de 32 Diatomées et de 8 Dinoflagellés. Il souligne le caractère tempéré de cette flore qui comporte surtout des espèces cosmopolites avec, en particulier, *Coscinodiscus excentricus*, *C. radiatus*, *C. granii*, *Chaetoceros curvisetum*, *Thalassionema nitzschioides* et *Thalassiothrix frauenfeldii*.

D'après l'inventaire fait par cet auteur, on peut en effet estimer à moins de 1 % la proportion des espèces thermophiles. La rareté des Dinoflagellés contribue aussi à souligner le caractère peu thermophile de la flore planctonique.

Pour définir l'affinité biogéographique du phytoplancton de cette partie de la côte brésilienne, nous utiliserons la liste donnée par Teixeira et Kutner (1961) qui signalent

162 espèces de Diatomées à Cananéia. En raison de leur très grande rareté, nous ne tiendrons pas compte des Dinoflagellés. Ainsi, à Cananéia, comme le soulignent plusieurs auteurs, la flore est nettement cosmopolite (82 % d'espèces cosmopolites), la flore thermophile étant représentée par 15 % d'espèces tempérées-tropicales et 3 % d'espèces inter-tropicales. On voit que l'affinité biogéographique des Diatomées de Cananéia est très voisine de celle de la région du Cabo Frio (voir plus haut).

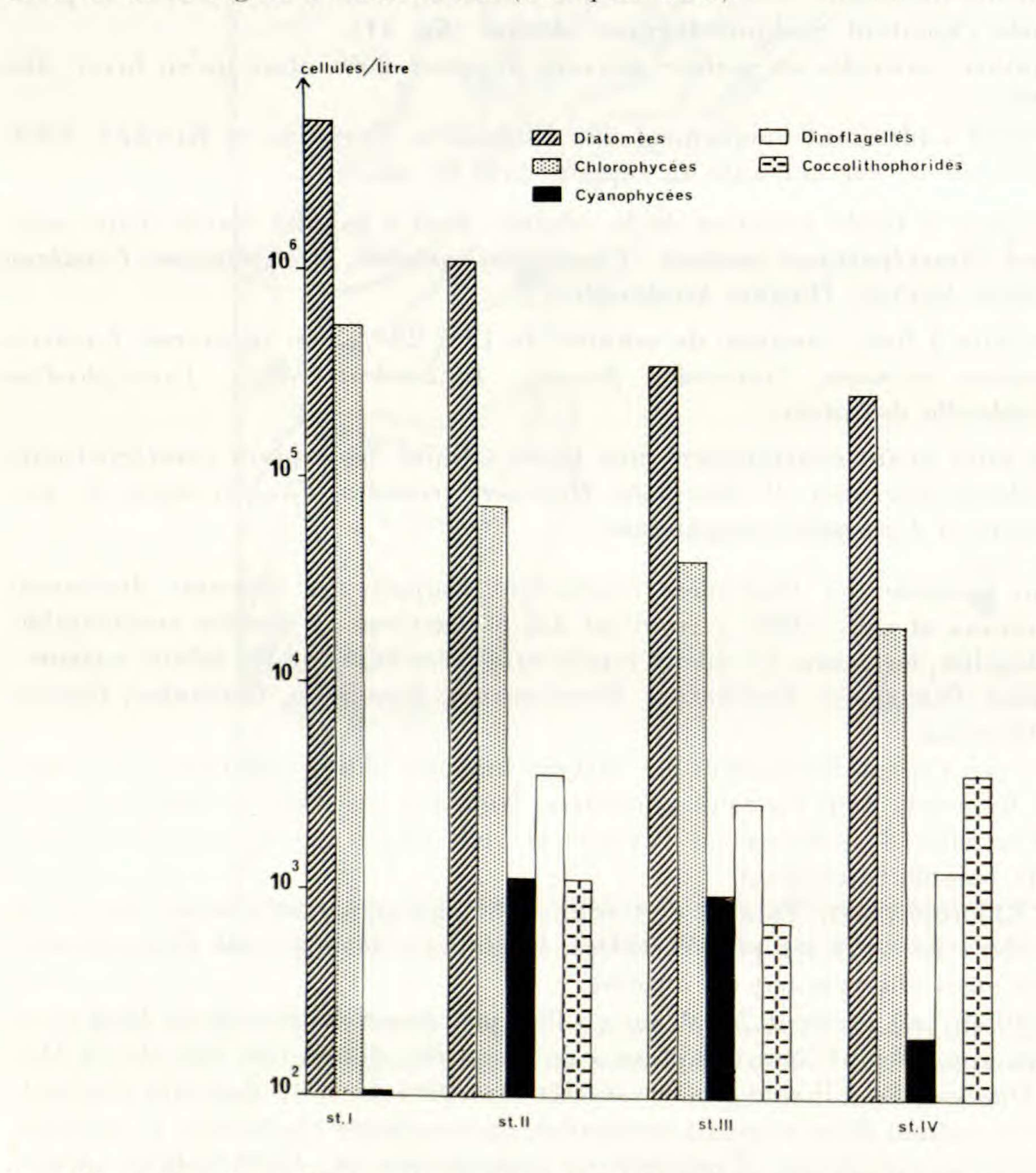


FIG. 12. — Abondance des principaux groupes du phytoplancton en quatre stations dans la région de Cananéia (d'après TEIXEIRA et coll., 1965). Pour la position des stations, voir la figure 11.

Comparons cette population de Diatomées à celle donnée par REYSSAC (1973) pour le Sud-Ouest-Africain et plus précisément pour le secteur de Walvis-Bay dont la latitude (23° S) est proche de celle de Cananéia (25° S). Certes, l'hydrologie au large du Sud-Ouest-

Africain est très différente de celle de la côte pauliste. Les températures y sont beaucoup plus basses (12 à 16°C) en raison d'abord de la présence du courant froid du Benguela, ensuite parce qu'il se manifeste ici des upwellings saisonniers très intenses. Nous avons déjà vu que, dans la région de Walvis Bay, le phytoplancton était surtout composé d'espèces cosmopolites (77 %), proportion proche de celle qu'on trouve à Cananéia. Mais si on compare la composition floristique de ces deux secteurs, on constate, encore ici, très peu d'analogies. La proportion d'espèces communes n'est que de 13 %.

Un intéressant travail comparatif entre la zone de Cananéia et le secteur océanique adjacent a été effectué par Teixeira et coll. (1965). Trois stations sont situées dans les eaux lagunaires, une station dans les eaux marines (fig. 11). La répartition qualitative et quantitative du phytoplancton est très hétérogène (fig. 12). La densité moyenne des peuplements dépasse un million de cellules/l en zone lagunaire (comptages au microscope inversé) alors qu'à la station océanique, cette densité moyenne est de l'ordre de 250 000 cellules/l, soit très proche de celle trouvée par Garcia Occhipinti et coll. (1961) qui indiquent des concentrations inférieures à 300 000 cellules/l pour les mêmes parages. Le maximum de développement est en janvier, le minimum en juillet.

Parmi les Diatomées, qui sont les principaux constituants (fig. 12), Teixeira et coll. (1965) notent la grande importance des *Skeletonema* dont le pourcentage varie, suivant les saisons, entre 18,2 et 63,6 % de la totalité du phytoplancton.

Cette importance des Diatomées, et surtout de l'espèce *Skeletonema costatum* (jusqu'à 517 000 cellules/l), est encore soulignée par Teixeira (1969). De fortes dominances spécifiques s'observent en été au moment où les populations sont les plus denses. L'hiver, en revanche, la diminution quantitative s'accompagne d'une forte diversité spécifique. Pendant la période des observations faites par Teixeira (1969), soit deux séries d'expériences pendant l'été, deux pendant l'hiver, l'amplitude des variations quantitatives des Diatomées était de 120 000 à 850 000 cellules/l. Les phytoflagellés nus, qui constituent également une proportion importante de la biomasse phytoplanctonique, atteignaient 896 000 cellules/l en été, le minimum se situant en hiver (2 000 à 68 000 cellules/l). Toujours sur le plan quantitatif, les Dinoflagellés étaient très peu importants en été comme en hiver (Teixeira, *ibid.*).

La concentration de la chlorophylle a variait de 2,17 à 9,89 mg m^{-3}. Elle était minimale à la station la plus proche de l'océan, constatation que Sevrin-Reyssac et coll. (1979) font aussi pour la baie de Guanabara.

Les valeurs de production primaire sont assez élevées surtout dans les zones les plus éloignées des eaux océaniques (Teixeira, 1969). Ainsi, de la partie la plus interne étudiée à la sortie même de ce complexe lagunaire, Teixeira (*ibid.*) trouve les valeurs suivantes à trois stations :

de 117,37 à 229,64 mg C m^{-3} h^{-1}
de 96,33 à 173,90 mg C m^{-3} h^{-1}
de 54,44 à 105,48 mg C m^{-3} h^{-1}

Les maxima se situent en été (mesures effectuées en février et juillet par Teixeira).

Une comparaison avec la région de Ubatuba (voir plus haut), montre que les eaux de Cananéia sont beaucoup plus riches.

Dans la zone océanique proche de Cananéia, Garcia Occhipinti et coll. (1961) font,

outre les comptages de cellules déjà mentionnés, des mesures de la chlorophylle a et de la production primaire (méthode de l'oxygène) en un point situé à 4 milles au sud-est de Cananéia (25°07′ S, 47°51′ W). Bien que très isolées dans le temps, les mesures effectuées donnent cependant une idée de la richesse des eaux : chlorophylle a comprise entre 1,3 et 8,2 mg m^{-3} dans un intervalle de 24 h ; production primaire comprise entre 0,271 et 0,399 g C m^{-3} j^{-1} en surface et entre 0,369 et 0,410 g C m^{-3} j^{-1} à une profondeur de 2 m.

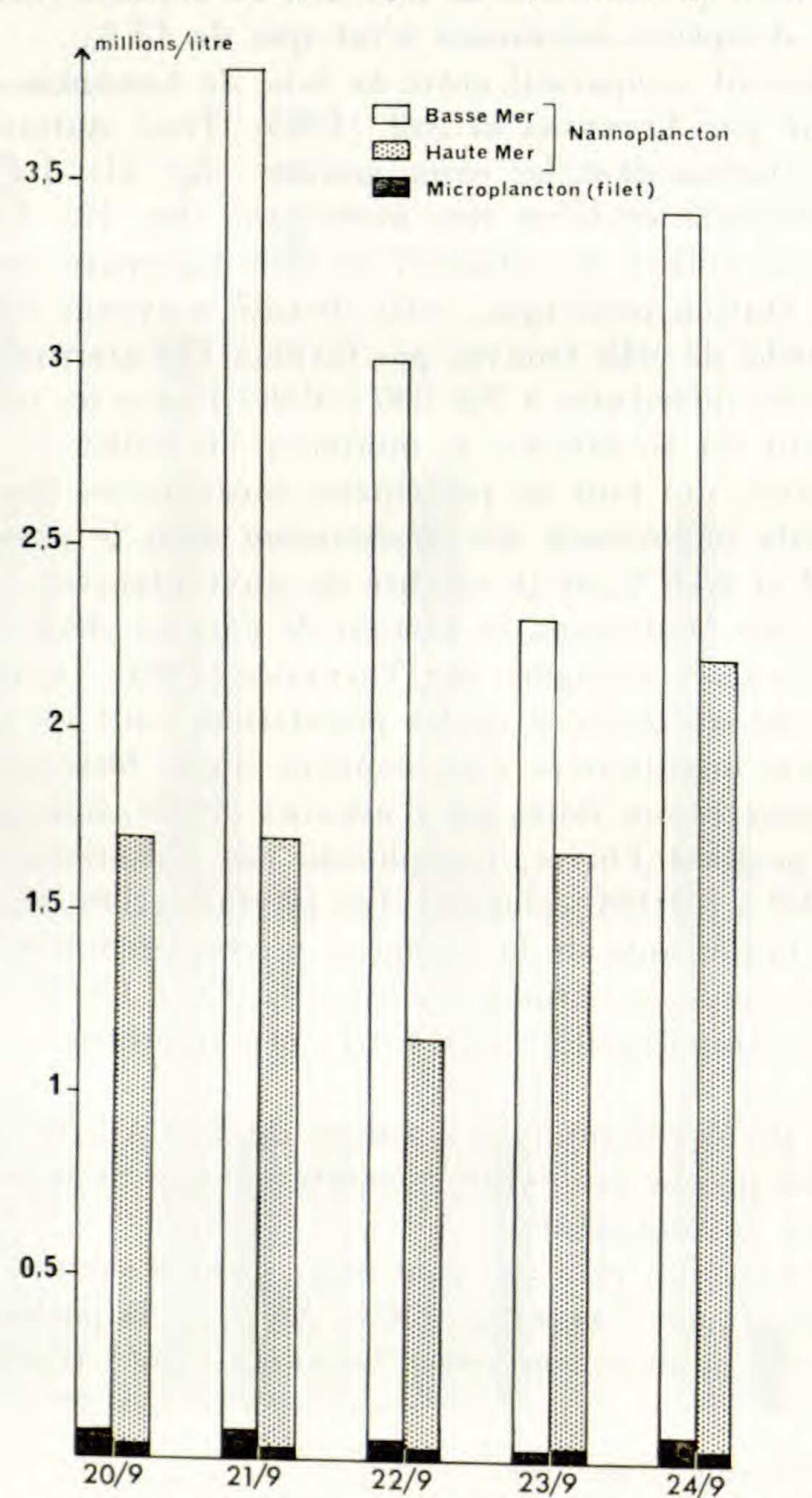


Fig. 13. — Comparaison des effectifs récoltés en surface après filtration au filet (mailles de 65 nm) et filtration avec un filtre Millipore dans les eaux de Cananéia (d'après les données de Teixeira et Kutner, 1962).

Le rôle très important du nannoplancton dans les eaux de Cananéia est mis en évidence par Teixeira et coll. (1967). Les auteurs montrent que celui-ci est responsable de

l'assimilation du 14C dans une proportion allant jusqu'à 95,8 % et que cette fixation reste élevée toute l'année. Pour Tundisi et Teixeira (1968), la fraction de phytoplancton dont la taille est supérieure à 50 nm est celle qui fixe le moins de 14C. Elle est d'ailleurs très faible dans les régions estuarines où les cellules de petite taille sont toujours dominantes. C'est ce que montrent Teixeira et Kutner (1962) à Cananéia où ils comparent le phytoplancton récolté après filtration à travers un filet de 65 nm de vide de maille et le nannoplancton retenu sur un filtre Millipore. L'expérience est faite au cours de cinq jours consécutifs à marée haute et à marée basse (fig. 13). A la station étudiée, la salinité en surface était de 15 à 18 ‰ à marée basse, de 20 à 25 ‰ à marée haute. Elle était toujours plus élevée en sub-surface et au fond comme c'est le cas général en zone d'estuaire.

Teixeira et Kutner (*ibid.*) estiment ainsi qu'en moyenne le nannoplancton est 97 % plus abondant que le plancton filtré avec un filet fin. D'autre part, le phytoplancton dans son ensemble est toujours plus abondant à marée basse qu'à marée haute (fig. 13).

5. **Baie de Paranaguá** (25° 16′ S)

Pour la partie la plus méridionale de la province pauliste, nous n'avons trouvé que des travaux qualitatifs réalisés à partir de récoltes au filet. Il semble cependant que l'aspect quantitatif du phytoplancton de la baie de Paranaguá ait été abordé par Aidar (1970*b*) mais, à notre connaissance, les résultats n'ont pas été publiés. Nous nous en tiendrons donc au travail de Moreira Filho et coll. (1975).

Dans cette région de type estuarien comme Cananéia, ces auteurs dressent un inventaire des Diatomées comprenant 154 espèces dont 140 sont marines et 14 d'eaux douces. Les prélèvements s'échelonnant pendant près d'une année, il est donc possible de relever quelques caractéristiques du phytoplancton. Les espèces les plus fréquentes ont été : *Chaetoceros affine*, *Thalassionema nitzschioides*, *Cyclotella stylorum*, *Melosira moniliformis*, *Nitzschia sigma*, *Rhizosolenia acuminata*, *Asterionella japonica*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Leptocylindrus danicus*, *Skeletonema costatum*. Dans la liste des 154 espèces donnée par Moreira Filho et coll. (1975), 75 sont aussi signalées à Cananéia par Teixeira et Kutner (1961).

Comme à Cananéia, les eaux de la baie de Paranaguá sont propices au développement de *Skeletonema costatum* qui est une des espèces dominantes tout au long de l'année avec *Thalassionema nitzschioides* et *Chaetoceros affine*.

6. **Baie de Guaratuba** (25°50′ S)

Cette baie, située sur le littoral de l'état du Parana, possède également des caractéristiques d'estuaire. Elle est totalement sous l'influence des marées mais elle reçoit une trentaine de petites rivières qui diluent ses eaux. Dans les collectes étudiées par Moreira Filho (1961), la salinité a varié de 19,1 à 22,6 ‰, mais ce même auteur signale que des variations d'amplitude plus forte ont été observées : de 5 à 33 ‰.

Les températures superficielles seraient de l'ordre de 22°C en hiver, de 25 à 26°C pendant l'été.

Dans 28 prélèvements (effectués à des saisons différentes) Moreira Filho (1961) détermine 102 espèces de Diatomées, les plus fréquentes étant : *Actinocyclus ehrenbergii*, *Actinoptychus campanulifer*, *A. undulatus*, *Asterionella japonica*, *Bacteriastrum hyalinum*,

Biddulphia mobiliensis, *Chaetoceros curvisetum*, *C. peruvianum*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. excentricus*, *C. granii*, *C. oculus-iridis*, *C. radiatus*, *Cyclotella stylorum*, *Ditylum brightwellii*, *Melosira sulcata*, *Rhizosolenia alata*, *Stephanopyxis palmeriana*, *Surirella gemma*, *Thalassionema nitzschioides*, *Triceratium favus* et *Pleurosigma affine*.

Quant à *Skeletonema costatum*, dont nous avons déjà vu la grande abondance en d'autres points de la province pauliste, elle est, ici aussi, très bien représentée puisque Moreira Filho (*ibid.*) la cite parmi les espèces marines prépondérantes.

Par suite de leur forte dessalure, les eaux de la baie de Guaratuba favorisent le développement de Diatomées saumâtres parmi lesquelles : *Coscinodiscus kurzii*, *Synedra tabulata*, *Achnanthes brevipes*, *A. brevipes* var. *intermedia*, *Diploneis didyma*, *Gyrosigma balticum*, *Caloneis bivittata*, *Rhopalodia musculus*, *Nitzschia granulata* et *N. triblyonella*. De nombreuses espèces d'eaux douces sont aussi présentes : *Eunotia monodon*, *Cocconeis placentula* var. *lineata* et *Anomeoneis serians* sont les principales.

Bien que rare, la présence de *Asteromphalus hookerii* est importante du point de vue biogéographique. Présente aussi à Cananéia et dans la baie de Paranaguá, cette espèce largement répandue dans les eaux antarctiques indique une influence froide sur cette partie de la côte brésilienne, influence due au courant des Falklands.

Toutefois, la présence d'espèces thermophiles comme *Biddulphia sinensis*, *Stephanopyxis palmeriana* ou *Hemiaulus sinensis* peut, en revanche, passer pour indicatrice du courant venant de l'Équateur (courant du Brésil) qui est de sens opposé, par conséquent, au courant des Falklands.

Parmi les 102 espèces de Diatomées reconnues par Moreira Filho (*ibid.*), 62 sont aussi présentes à Cananéia (Teixeira et Kutner, 1961).

7. **Baie de Pôrto Belo** (27° S)

Le travail effectué dans la baie de Pôrto Belo par Moreira Filho (1967) porte aussi sur un inventaire des Diatomées. Seules quatre pêches au filet ont été examinées, les autres prélèvements portant sur des espèces fixées sur les algues ou le substrat. La liste donnée comprend donc une proportion d'espèces benthiques.

Les récoltes ont été faites en été (janvier), période pendant laquelle la température des eaux était de 25°C, la salinité proche de 30 $^{0}/_{00}$.

La liste des 104 espèces de Diatomées reconnues par Moreira Filho (*ibid.*) permet de juger du caractère essentiellement tempéré de cette flore : 83 % des espèces sont cosmopolites, 12 % sont tempérées-tropicales et 5 % sont inter-tropicales. L'auteur ne signale pas ici *Asteromphalus hookerii*, espèce caractéristique des eaux antarctiques. On note, en revanche, la présence d'espèces liées en général aux eaux tropicales (*Amphora biggibba*, *Cerataulus turgidus*, *Biddulphia sinensis*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Hemiaulus sinensis*). Le fait de rencontrer ces espèces thermophiles peut résulter de l'influence du courant chaud dont nous avons parlé précédemment, mais il faut aussi souligner que ces prélèvements ont été effectués en été, donc à la période de l'année la plus favorable au développement de ces espèces.

Pour en terminer avec la province pauliste, ajoutons que, dans une optique biogéographique, Müller Melchers (1955) tire les conclusions suivantes après avoir examiné trois

séries d'échantillons de phytoplancton provenant de plusieurs points de la côte brésilienne mais tout particulièrement de la province pauliste. Les populations provenant de la côte du Rio Grande du Sud, région appartenant à la province argentine (fig. 1), ont une forte ressemblance spécifique avec ceux récoltés au large de l'Uruguay. La présence de *Chaetoceros furcellatus* considérée par Müller Melchers (*ibid.*) comme caractéristique des eaux froides peut s'expliquer par l'influence du courant des Falklands qui aurait entraîné cette Diatomée le long des côtes brésiliennes.

Du Rio Grande du Sud à Rio de Janeiro, Müller Melchers (*ibid.*) note le caractère transitionnel de la province pauliste. Au sud, elle est froide à tempérée froide mais, lorsqu'on se rapproche de Rio de Janeiro, elle devient subtropicale. Dans les pêches effectuées au large de la côte sud-brésilienne, Müller Melchers remarque que la composition systématique du phytoplancton est très proche de celle qu'on observe sur les côtes de l'Uruguay et de l'Argentine. Cet auteur identifie 182 espèces de Diatomées sur la côte sud-brésilienne parmi lesquelles 126 sont aussi en Uruguay et 114 en Argentine.

Discussion et conclusions

Dans ce travail, nous ne prétendons pas avoir fait état de toutes les études concernant le phytoplancton de la côte brésilienne. Nous avons pleinement conscience de l'existence de nombreux travaux individuels (thèses notamment) ou collectifs qui, faute souvent de moyens, n'ont pas été publiés. Il ne nous a pas été possible, par conséquent, de les consulter.

Quoi qu'il en soit, il n'en reste pas moins évident que la connaissance du phytoplancton est encore, pour une large part, limitée à quelques zones de la côte brésilienne. Nous ne savons rien, en particulier, sur la portion du littoral comprise entre Recife et l'embouchure de l'Amazone. D'une façon générale, les estimations quantitatives du phytoplancton sont relativement peu abondantes. De plus, suivant les auteurs, elles sont faites avec des méthodes différentes. Les comptages de cellules se rapportent soit à l'ensemble du phytoplancton sédimenté (méthode d'Utermöhl), soit au microplancton seul, celui-ci étant compté à partir d'un échantillon d'eau ou bien après une pêche au filet « quantitatif ». La production primaire est mesurée soit par la méthode de l'oxygène, soit par celle du 14C. Les incubations *in situ* ou *in situ* simulé sont utilisées. Il est donc difficile de comparer des résultats obtenus avec des méthodes différentes.

D'autre part, la grande majorité des travaux sur la côte brésilienne porte sur des milieux marins transformés soit par d'importants apports d'eau douce (régions de l'embouchure de l'Amazone et du rio São Francisco, baies de Ubatuba, Cananéia, Paranaguá), soit par une forte pollution (baies de Guanabara ou de Santos et secteurs environnants). Les travaux ayant trait à la zone océanique proprement dite sont encore peu nombreux et donnent des résultats très fragmentaires. Comparer le phytoplancton de la côte brésilienne à celui de l'Ouest-Africain, aujourd'hui beaucoup mieux connu, peut paraître une entreprise un peu prématurée. Aussi, dans l'état actuel de nos connaissances sur le phytoplancton des eaux brésiliennes, ce travail doit être considéré non comme une peinture définitive des communautés phytoplanctoniques mais comme une base utile pour des recherches futures. Il nous semblait par ailleurs indispensable, vu l'absence de travaux

généraux, de faire une mise au point de ce qui avait été réalisé sur le phytoplancton brésilien.

Ces réserves étant faites, il nous a été toutefois possible, à partir des données bibliographiques disponibles, de donner une idée des principales caractéristiques du phytoplancton dans chacune des provinces biogéographiques de l'Atlantique brésilien telles qu'elles ont été définies au début de ce travail.

Par suite de la présence du courant chaud (courant du Brésil) qui longe la côte à partir du cap São Roque (entre 5 et 6° S), le climat marin dans la province appelée ici « brésilienne » est peu différent, du point de vue thermique, de celui de la province « guyanaise ». L'affinité biogéographique du phytoplancton est franchement thermophile jusqu'au niveau de la zone influencée par l'affleurement du Cabo Frio (23° S). Par suite du nombre de données très insuffisant sur cette zone, bornons-nous à dire ici que, pour le phytoplancton, il s'agit là d'une vaste province tropico-équatoriale, sans fixer de frontière entre province « guyanaise » et province « brésilienne ».

Le Cabo Frio joue un rôle de barrière biogéographique entre ce domaine tropico-équatorial et une province « pauliste » tempérée chaude dans sa partie nord, tempérée dans sa partie la plus méridionale. C'est, en effet, seulement à partir du Cabo Frio qu'on voit la proportion des espèces thermophiles diminuer. Les Dinoflagellés deviennent beaucoup moins fréquents et diversifiés, la proportion des Diatomées cosmopolites augmente fortement. En effet, au Cabo Frio, elle atteint 77 à 82 % alors que dans la province tropico-équatoriale les pourcentages calculés à partir des données de plusieurs auteurs varient entre 53 et 65 %. L'ensemble des Diatomées thermophiles représente 20 % environ au Cabo Frio au lieu de 35 à 45 % plus au nord. La portion de la côte comprise entre le Cabo Frio et l'état de Rio Grande du Sud (c'est-à-dire la province pauliste) est, sur le plan biogéographique, une zone intermédiaire dans laquelle les espèces thermophiles diminuent progressivement du nord au sud au profit des espèces cosmopolites. Ces dernières représentent 64 à 76 % dans les parages de Rio de Janeiro (22°50′ S), 82 % à Cananéia (25° S), 83 % à Pôrto Belo (27° S). On peut considérer que cette province pauliste reçoit à la fois des influences tropicales grâce au courant du Brésil qui vient de la zone équatoriale et entraîne un certain nombre d'espèces caractéristiques des eaux chaudes (*Biddulphia sinensis*, *B. mobiliensis*, *Asterolampra marylandica*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Rhizosolenia calcar-avis*, *Coscinodiscus gigas*, *C. jonesianus*, *Stephanopyxis palmeriana*). En revanche, la présence de *Asteromphalus hookerii*, qui est largement répandue dans les eaux antarctiques et subantarctiques, traduit une influence du courant froid des Falklands. Cette espèce est signalée jusqu'au Cabo Frio qui semble marquer la limite nord de sa répartition.

Avec la province « argentine » à laquelle appartient seulement une aire très réduite du littoral brésilien (côte du Rio Grande du Sud), nous arrivons dans des eaux tempérées froides à froides. Müller Melchers (1955) met en évidence la grande ressemblance spécifique entre le plancton du sud-brésilien, celui de l'Uruguay et de l'Argentine. La présence de *Chaetoceros furcellatus*, considérée par Müller Melchers comme caractéristique des eaux froides, au large du Rio Grande du Sud atteste de l'influence du courant froid des Falklands.

Tout au long de ce travail, nous avons vu la forte différence existant entre la flore planctonique brésilienne et celle de l'Ouest-Africain. En comparant des zones dont l'hydroclimat présente des ressemblances sur les deux bords de l'Atlantique, nous avons constaté,

en effet, que si l'affinité biogéographique du phytoplancton est très voisine (proportion à peu près équivalente en espèces thermophiles), la composition systématique est assez différente. La proportion des espèces communes au littoral africain et au littoral brésilien est généralement restée inférieure à 30 %. Pour les Dinoflagellés, on constate une moins grande diversification sur la côte brésilienne. C'est dire que l'endémicité, déjà constatée pour d'autres organismes, et en particulier pour la faune littorale, se retrouve aussi pour le phytoplancton.

Ce n'est d'ailleurs pas seulement sur le plan spécifique que les différences se font sentir entre les populations phytoplanctoniques brésiliennes et celles de l'Ouest-Africain. Il est bien connu que l'hydrologie de la côte occidentale d'Afrique avec ses upwellings saisonniers, ou presque permanents, comme au niveau du cap Blanc, est beaucoup plus propice au développement des cellules que la côte brésilienne. Le seul affleurement qui se manifeste sur cette dernière se trouve au niveau du Cabo Frio. Toutefois, ce phénomène ne se fait pas toujours sentir jusqu'à la surface. Les eaux profondes riches en éléments nutritifs arrêtent souvent leur mouvement ascendant à une cinquantaine de mètres de profondeur, donc en dessous de la couche euphotique. Même pendant la période où les eaux profondes arrivent jusqu'à la surface, l'effet fertilisant de l'upwelling du Cabo Frio est bien moindre que celui du cap Blanc en Mauritanie : maxima de chlorophylle a inférieurs à 2 mg m^{-3} dans le premier cas, maxima compris entre 8 et 25 mg m^{-3} dans le second.

Les seules valeurs très élevées, concernant l'abondance du phytoplancton, que nous ayions relevées sur la côte brésilienne se situent dans des zones très côtières, soumises à une forte pollution (baie de Guanabara, baie de Santos).

Sur le plan biogéographique, un des caractères les plus frappants qui différencie la côte ouest-africaine de la côte brésilienne est l'étendue sur cette dernière de la province chaude. En effet, dans l'Atlantique sud-américain, toute la zone comprise entre les Antilles et la région au nord du Cabo Frio, soit approximativement entre 20° N et 20° S, est une province chaude. En revanche, en Afrique occidentale, elle est limitée à la portion de la côte comprise entre le cap Verga en Guinée (10° N) et le cap Lopez au Gabon qui se trouve au niveau de l'Équateur. Cette province africaine chaude appelée province « guinéenne » est d'ailleurs le siège d'upwellings côtiers saisonniers qui rendent certains secteurs (Côte d'Ivoire, Togo, Dahomey) alternativement chauds et froids.

Malgré le développement que connaît maintenant l'océanographie brésilienne, bien des travaux restent encore à effectuer pour mieux faire connaître les phénomènes hydrologiques et biologiques qui se manifestent tout au long de cette côte de 6 000 km.

Bien qu'il y ait, comme nous l'avons vu, transport des eaux de la côte occidentale d'Afrique vers l'Amérique du Sud par le courant sud-équatorial, une profonde dissymétrie dans le climat marin comme dans les peuplements phytoplanctoniques oppose les deux bords de l'Atlantique. Reprenant un vœu exprimé en 1950 par Th. Monod, nous dirons la nécessité d'une collaboration entre les chercheurs « atlantiques » : ceux du Brésil et ceux d'Afrique occidentale. Il faut qu'ils « échangent des informations, des idées, ou des matériaux d'étude, se communiquent leurs travaux. Le jour peut venir où des formes plus directes de collaboration s'avèreront possibles, par exemple l'organisation en commun de croisières océanographiques ou des échanges de personnel scientifique ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIDAR, E., 1970*a*. — Produção primaria em função de diferentes métodos de incubação em uma região estuarina. Dissert. Mestrado, Inst. Oceanogr. São Paulo : 1-27 (non publié).

— 1970*b*. — O fitoplancton da Baía de Paranaguá. Relatorio apresentado a SUDEPE, Curitiba : 1-14 (non publié).

ALMEIDA PRADO, M. S. DE, 1962. — Sôbre o plancton da enseada do mar virado e os métodos de coletas. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **12** (3) : 49-68.

ALVES COELHO, A., et M. ARAUJO RAMOS, 1972. — A constituição e a distribuição da fauna de decapodos do litoral leste da America do Sul entre as latitudes de 5° N e 39° S. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **13** : 133-236.

ANDRADE, M. H. DE A., et C. TEIXEIRA, 1957. — Contribuição para o conhecimento das Diatomáceas do Brasil. Generos *Amphora*, *Diploneis*, *Gyrosigma*, *Mastogloia*, *Navicula*, *Oestrupia* e *Pleurosigma*. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **8** (1-2) : 171-216.

Anonyme, 1946. — U. S. Navy Hydrographic Office, Current Atlas of the North Atlantic Ocean, H. O. Misc. 10688.

BAILEY, L. W., 1862. — Notes on new species of microscopical organisms, chiefly from the Para River, South America. *J. nat. Hist.*, **7** : 329-352.

BALECH, E., et L. O. SOARES, 1966. — Dos dinoflagelados de la Bahia de Guanabara y proximidades (Brasil). — Buenos Aires, Imprenta y Casa Ed. « Coni ». Separata de *Neotropica*, **12** (39) : 103-109.

BESSONOV, N. M., 1964. — Some features of changes of hydrochemical characteristics in the Dakar and Takoradi fisheries area. *Okeanologia*, **4** (5) : 813-824.

CAPERON, J., S. A. CATELL et J. KRANI, 1971. — Phytoplankton kinetics in a subtropical estuary : eutrophication. *Limnol. Oceanogr.*, **16** (4) : 599-607.

CARVALHO, J. P., 1950. — O plâncton do Rio Maria Rodrigues (Cananéia). I : Diatomáceas e Dinoflagelados. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **1** (1) : 27-44.

CAVALCANTI, L. B., P. A. COELHO, M. KEMPF, J. M. MABESOONE et O. C. DA SILVA, 1967. — Shelf off Alagoas and Sergipe (Northeastern Brazil) 1. Introduction. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **7-8** : 137-150.

CAVALCANTI, L. B., et M. KEMPF, 1970. — Estudo da plataforma continental da área de Recife. II. Meteorologia e hidrologia. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Récife*, **9-11** : 149-158.

CUNHA, A. M., et O. DA FONSECA, 1918. — O microplancton das costas meridionais do Brasil. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **10** (2) : 99-103.

DANDONNEAU, Y., 1971. — Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. I. Groupes d'espèces associées. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, **9** (2) : 247-265.

— 1972. — Aspects principaux du phytoplancton sur le plateau continental ivoirien. *Doc. Sci., Centre ORSTOM*, Abidjan, **3** (2) : 32-59.

— 1973. — Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. III. Facteurs dynamiques et variations spatio-temporelles. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, **9** (4) : 431-454.

DEFANT, A., 1961. — Physical oceanography. Vol. 1. Pergamon Press. New York, 729 p.

DRUEHL, L. D., et Y. YONESHIGUE-BRAGA, 1976. — Growth and sucession of tropical phytoplankton cultured in deep water. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **93** : 1-13.

DUFOUR, P., et J. MERLE, 1972. — Station côtière en Atlantique tropical. Hydroclimat et production primaire. *Doc. Sci., Centre ORSTOM*, Pointe-Noire, nouv. sér., **025** : 1-48.

DUSTAN, W. M., et D. W. MENZEL, 1971. — Continuous cultures of natural populations of phytoplankton in dilute treated servage effluent. *Limnol. Oceanogr.*, **16** (4) : 623-632.

Dustan, W. M., et K. R. Tenore, 1972. — Intensive outdoor culture of marine phytoplankton enriched with treated servage effluent. *Aquaculture*, **1** : 181-192.

Eskinazi-Leça, E., 1965. — Estudo da barra das Jangadas. Parte VI. Distribuição des Diatomáceas. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **7-8** : 17-32.

— 1967*a*. — Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). IIIa. Diatomáceas do Fitoplancton. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **9-11** : 159-172.

— 1967*b*. — Shelf off Alagôas and Sergipe (Northeastern Brazil) : 3. Diatoms from the São Francisco river mouth. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **9-11** : 181-192.

Eskinazi-Leça, E., et J. Z. de O. Passavante, 1972. — Estudo da plataforma continental na áreas do Recife (Brasil). IV. Aspectos quantitativos do fitoplancton. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **13** : 83-106.

Eskinazi-Leça, E., et S. Sato, 1966. — Contribuição ao estudo das diatomáceas da praia da Piedade. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **5-6** : 73-114.

Eskinazi-Leça, E., et A. Vasconcelos Filho, 1972. — Diatomáceas no contendo estomacal de *Mugil* spp. (pisces Mugilidae). *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **13** : 107-118.

Faria, J. G., et A. M. Cunha, 1917. — Estudos sôbre o microplancton da baía de Rio de Janeiro e suas imediações. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, **9** (1) : 68-93.

Galvão, S., 1978. — Producão primária da baía de Santos, estado de São Paulo : aspectos sôbre a eficiencîa fotossintetica num ambiente marinho poluido. These mestrado. Inst. Oceanogr. São Paulo : 1-53.

Garcia Occhipinti, A., A. Magliocca et C. Teixeira, 1961. — Diurnal variation of phytoplankton production and solar radiation in coastal waters off Cananéia. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **11** (3) : 17-39.

Gonzalez-Rodriguez, E., et Y. Yoneshigue-Braga, 1977. — Estudos em laboratório do comportamento e crescimento do fitoplancton introduzido e autoctone usando a água profunda como meio básico. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **104** : 1-7.

Hentschel, E., 1932. — Die biologischen Methoden und das biologische Beobachtungs-material. *Wiss. Ergebn. Dtsch. Atlant. Exped.* « *Meteor* », **10** : 1-274.

Hulburt, E. M., et N. Corwin, 1969. — Influence of the Amazon River outflow on the Ecology of the Western Tropical Atlantic. III. The planktonic Flora between the Amazon River and the Windward Islands. Sears. Found. *J. mar. Res.*, **27** (1) : 55-72.

Ikeda, Y., 1976. — Variações em escala média da temperatura e da salinidade do mar na ragião entre a baía de Guanabara e Cabo Frio (17/08 a 26/08 1971). *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **25** (2) : 221-280.

Ikeda, Y., L. B. de Miranda et N. J. Rock, 1974. — Observations on stages of upwelling in the region of Cabo Frio (Brazil) as conduced by continuous surface temperature and salinity measurements. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **23** : 33-46.

Kempf, M., 1971. — A plataforma continental da costa leste brasileira, entre o Rio São Francisco e a ilha de São Sebastião (10°30-25° Lat. S) : Notas sôbre os principais tipos de fundo *An. hidrogr., Min. Marinha*, Rio de Janeiro : 45 p.

Kempf, M., J. P. Lissalde, A. Müller-Feuga, J. Valentin et F. Vallet, 1974. — Conséquences biologiques de la résurgence de Cabo Frio, Brésil. 2e Coll. Int. Exploit. Océans, Bordeaux, oct. 1974, **2**, Bx 107 : 15 p.

Kempf, M., J. P. Lissalde et J. Valentin, 1974. — O plancton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil). I. Modalidades e técnicas de trabalho no mar. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **81** : 1-13.

Kutner, M. B., 1961. — Algumas diatomáceas encontradas sôbre algas superiores. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **11** (3) : 3-11.

— 1972. — Variação estacional e distribuição do fitoplancton na região de Cananéia. These doct. Univ. São Paulo, Inst. Biociências : 1-104 (non publié).

Macedo, F. E., D. R. Tenenbaum et J. Valentin, 1975. — O plancton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil). VI. Composição floristica e suas variações de comportamento nas aguas de uma estação fixa oceânica. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **87** : 1-9.

Macedo, F. E., et J. Valentin, 1974. — O plancton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil). III. Primeiras observações sôbre o microfitoplancton. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **84** : 1-10.

Macedo-Saidah, F. E., et H. Moreira Filho,, 1977. — Composição e distribuição do microfitoplancton nas águas do Atlântico leste do Brasil. (Da Região do Cabo São Tomé, R. J. a Maceió, AL) *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **107** : 1-7.

Margalef, R., 1956. — Información y diversidad especifica en las communidades de organismos. *Investigación pesq.*, **3** : 99-106.

— 1961. — Distribución ecologica y geografica de los especies del fitoplancton marino. *Investigación pesq.*, **19** : 81-101.

— 1971. — Una campaña oceanografica del « Cornide de Saavedra » en la région de afloramiento del noroeste africano. *Investigación pesq.*, **35** (supl.) : 1-29.

Mascarenhas, A. S., L. B. Miranda, et N. J. Rock. — 1971. A study of the oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. In « Fertility of the sea », Gordon and Breach Sci. Publish., New York, Lond., Paris : 285-308.

Mendonça, C. da F., 1974. — Caracteristicas mais frequentes das massas d'agua na região de Cabo Frio e comprovação da origem profunda da água litoral. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **080**.

— 1977. — Pesquisa da origem das águas de baixa salinidade associadas à ressurgência em Cabo Frio. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **102** : 1-5.

Monod, Th., 1950. — Sur les deux bords de l'Atlantique sud. *Bolm Inst. paul. Oceanogr.*, **1** (2) : 29-38.

Moreira, G. S., 1976. — Sôbre o migração vertical diária do plancton ao largo de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **25** (1) : 55-76.

Moreira da Silva, P. de C., 1960. — Estudo das condições oceanográficas sôbre a plataforma continental, entre Cabo Frio e Vitória, durante o outono (abril-maio). *Anais hidrogr.*, Rio de Janeiro, **18** : 261-289.

— 1971. — Upwelling and its biological effects in Southern Brazil. In « Fertility of the Sea », Gordon and Breach Sci. publish., New York, Lond., Paris : 469-474.

— 1973. — A ressurgência em Cabo Frio. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **78** : 1-56.

— 1977*a*. — Upwelling and its biological effects in southern Brazil. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **112** : 1-6.

— 1977*b*. — Fertilization of the sea as a by-product of an industrial utilization of deep water. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **113** : 1-6.

— 1977*c*. — Profundidade ideal dos tarques de cultura de fitoplancton. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **116** : 1-13.

Moreira da Silva, P. de C., et C. da F. Mendonça, 1977. — Origem da água da ressurgência de Cabo Frio. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **114** : 1-10.

Moreira Filho, H., 1961. — Diatomáceas da Baía de Guaratuba (Paraná, Brasil). *Bolm Univ. Paraná*, Bot., **3** : 35 p.

— 1964. — Contribuição ao estudo das Diatomáceas da Região de Cabo Frio. *Bolm Univ. Paraná*, Bot., **14** : 1-11.

Moreira Filho, H., et M. B. Kutner, 1962. — Contribuição para o conhecimento das diatomáceas do manguesal de Alexandra, Paraná, Brasil. *Bolm Univ. Paraná*, Bot. **4** : 1-24.

Moreira Filho, H., F. E. Macedo Saidah et I. M. V. Moreira, 1977. — Estudo do microfitoplancton na região da ponta de Guaratiba a Cabo Frio (Estado de Rio de Janeiro, Brasil). *Acta Biol. Par.*, Curitiba, **6** (1, 2, 3, 4) : 21-33.

Moreira Filho, H., Y. Maruo, et I. M. Moreira, 1967. — Diatomáceas da Enseada de Pôrto Belo (Est. Santa Catarina, Brasil). *Bolm Univ. Paraná*, Bot., **19** : 1-13.

Moreira Filho, H., Y. Maruo, I. M. Moreira et E. Eskinazi-Leça, 1968. — Diatomáceas da lagoa Olho d'Agua. (Est. Pernambuco, Brasil). *Bolm Univ. Paraná*, Bot., **21** : 1-15.

Moreira Filho, H., et D. M. Momoli, 1962. — Sôbre a presença de Diatomáceas, em alguns sambaquis do litoral paranaense. *Bolm Univ. Paraná*, Bot., **5** : 1-9.

Moreira Filho, H., I. M. V. Moreira et I. Trippia Cecy, 1975. — Diatomáceas da baía de Paranagua (estado do Paraná, Brasil). Chrysophyta. Bacillariophyceae. *Bolm Mus. Bot. munic.*, Curitiba, Paraná, Brasil, **20** : 1-21.

Müller-Melchers, F. C., 1955. — Las Diatomeas del Plancton marino de las Costas del Brasil. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **6** (1-2) : 93-142.

— 1957. — Plankton Diatoms of the « Toko Maru » voyage (Brazil Coast). *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **8** (1-2) : 111-138.

Oliveira, L. P. H., 1946. — Estudos sôbre o microplancton capturado durante a viagem do navio hidrográfico Lahmeyer nos baías de Ilha Grande e Sepetiba. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **44** (3) : 441-488.

— 1950. — Levantamento biogeográfico da Baía de Guanabara, *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **48** : 363-391.

Paranaguá, M. N., 1966. — Sôbre o plancton comprendido entre as latitudes 3° S et 13° S ao largo do Brasil, *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **5-6** (1693-1964) : 125-139.

— 1970. — Estudo da plataforma continental na area do Recife (Brasil). IIIb. Composição e variação do zooplancton. *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **9-11** : 173-180.

Passavante, J. Z. de O., 1979*a*. — Contribuição ao estudo dos dinoflagelados da plataforma continental de Pernambuco (Brasil), *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **14** : 31-54.

— 1979*b*. — Produção primária do fitoplancton do canal de Santa Cruz (Itamaracá, Pernambuco). Thèse Doc. Inst. océanogr. Univ. São Paulo : 1-188.

Reyssac, J., 1970. — Phytoplancton et production primaire au large de la Côte d'Ivoire. *Bull. Inst. Fond. Afr. noire*, **32** (4) : 869-981.

— 1971. — Contribution à la connaissance du phytoplancton de la côte occidentale d'Afrique (biogéographie, variations saisonnières, production primaire, structure des communautés etc...). Thèse Doc. Fac. Sci. Paris, CNRS, N° AO 5560.

— 1973. — Diatomées et Dinoflagellés au large de Walvis Bay (Sud-Ouest Africain). *Bull. Inst. Fond. Afr. noire*, sér. A, **35** (2) : 273-286.

— 1975. — Contribution à la connaissance des populations phytoplanctoniques au large du Cap Blanc. *Bull. Inst. Fond. Afr. noire*, sér. A, **37** (1) : 1-14.

— 1977. — Hydrologie, phytoplancton et production primaire de la baie du Lévrier et du banc d'Arguin. *Bull. Inst. Fond. Afr. noire*, sér. A, **39** (3) : 487-554.

— (*Sous presse*). — Principales caractéristiques du phytoplancton marin dans les différentes provinces biogéographiques de l'Atlantique africain. *Vie Milieu.*

Rodrigues de Britto, E., 1978. — Monitoragem do emissario submarino de esgotos de Ipanema. Notas de aulas. Curso de extensão, Univ. Santa Úrsula, juillet 1978 : 1-58 (non publié).

Ryther, J. H., D. W. Menzel, et N. Corwin, 1966. — Influence of the Amazon river outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. I. Hydrography and nutrient chemistry. Sears Found. *J. mar. Res.*, **25** (1) : 69-83.

Sato, S., M. N. Paranagua, et E. Eskinazi, 1966. — On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in Recife Northeastern Brazil with some considerations of the relations to the human disease « Tamandari fever ». *Trabhs Inst. Oceanogr. Univ. Recife*, **5-6** : 7-49.

Seguin, G., 1965. — Contribution à la connaissance des eaux du Brésil (Copépodes et Amphipodes exceptés) et comparaison avec celui du Sénégal (Campagne de la Calypso, janvier-février 1962). *Pelagos, Bull. Inst. Océanogr.*, Alger, **2** (3) : 5-44.

Sevrin-Reyssac, J., M. C. Machado, M. L. Motta-Schutze, S. Gaspar Bibas, I. Costa de Lima, C. Araujo Lima, et C. P. Esteves, 1979. — Biomasse et production du phytoplancton de la baie de Guanabara (État de Rio de Janeiro, Brésil) et du secteur océanique adjacent. Variations de mai à juillet 1978. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4e sér., **1** (4), sect. B : 329-354.

Signorini, S. R., 1976. — Contribuição ao estudo da circulação e do transporte de volume da corrente do Brasil entre o Cabo de São Tomé e a baía de Guanabara. *Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo*, **25** (2) : 157-220.

Sorokin, Y. E., et L. B. Klyashtorin, 1961. — Primary production in the Atlantic. *Tr. Vses. hidrobiol. ob.*, **11** : 265-284.

Sournia, A., 1968. — Variations saisonnières et nycthémérales du phytoplancton marin et de la production primaire dans une baie tropicale à Nosy-Bé (Madagascar). *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **53** (1) : 1-76.

Souza, J. de A., 1950. — Nota sôbre variação especifico em *Ceratium furca* Dujardin do plancton do litoral paulista. *Bolm Inst. paul. Oceanogr.*, **1** (2) : 93-97.

Steeman-Nielsen, E., et E. A. Jensen, 1957. — Primary organic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. *Galathea Rep.*, **1** : 49-136.

Tchernia, P., 1978. — Océanographie régionale. Description physique des océans et des mers. École nat. sup. Techn. avanc., Paris : 1-257.

Teixeira, C., 1958. — A new genus and a new species of diatom from brazilian marine waters. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **9** (1-2) : 31-36.

— 1961. — Diatomáceas dos sedimentos de doze estações oceanográficas na costa brasileira. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **11** (4) : 3-13.

— 1963. — Relative rates of photosynthesis and standing stock of the net phytoplankton and nannoplankton. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **13** (2) : 53-60.

— 1969. — Estudo sôbre algumas caractersiticas do fitoplancton de região de Cananéia, e o seu potencial fotossintético. Thèse doc. Univ. São Paulo : 1-82 (non publié).

— 1973*a*. — Preliminary studies of primary production in the Ubatuba region (Lat. 23°30 S-Long. 45°6 W) Brazil. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **22** : 49-58.

— 1973*b*. — Introdução aos metodos para medir a produção primaria do fitoplancton marinho. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **22** : 59-92.

Teixeira, C., et M. B. Kutner, 1961. — Contribuição para o conhecimentod as diatomáceas da região de Cananéia. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **11** (3) : 41-74.

Teixeira, C., et M. B. Kutner, 1962. — Plankton studies in a mangrove environment. I. First assessment of standing stock and principal ecological factors. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **12** (3) : 101-124.

Teixeira, C., et J. Tundisi, 1967. — Primary production and phytoplankton in equatorial waters. *Bull. mar. Sci.*, **17** (4) : 884-891.

Teixeira, C., J. Tundisi et M. B. Kutner, 1965. — Plankton studies in a mangrove environment. II. The standing-stock and some ecological factors. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **14** (1) : 13-42.

Teixeira, C., J. Tundisi, et Y. J. Santoro, 1967. — Plankton studies in a mangrove environment. IV. Size fractionation of the phytoplankton. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **16** (1) : 39-42.

Teixeira, C., J. Tundisi et J. Y. Santoro, 1969. — Plankton studies in a mangrove environment. VI. Primary production, zooplankton standing-stock and some environmental factors. *Int. Rev. Geo. Hydrobiol.*, **54** (2) : 289-301.

Tundisi, J. G., 1969. — Produção primária, « standing-stock » e fracionamento do fitoplancton na região lagunar de Cananéia. Thèse doc. Univ. São Paulo : 1-130 (non publié).

— 1971. — Size distribution of the phytoplankton and its ecological significance in tropical waters. In : Costlow, Fertility of the Sea : 603-612.

Tundisi, J. G., M. B. Kutner, et T. M. Tundisi, 1969. — Plankton studies in a mangrove environment. VIII. Primary production, standing stock of phyto and zooplankton and some environmental factors. Intern. Symp. Fert. Sea, São Paulo, Dec. 1-6, Abstr. 39.

Tundisi, J. G., et C. Teixeira, 1968. — Plankton studies in a mangrove environment. VII. Size fractionation of the phytoplankton : some studies on methods. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **17** : 39-94.

Valentin, J., D. L. André, W. M. Monteiro Ribas, et D. Rivera Tenenbaum, 1978. — Hidrologia e plancton da região costeira entre Cabo Frio e o estuário do rio Paraiba (Brasil). *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **127** : 1-24.

Valentin, J., R. Barth, M. E. Caris, F. E. Macedo Saidah, W. Monteiro Ribas, M. A. Mureb, E. Pessotti et D. R. Tenenbaum, 1977. — Evolução das caracteristicas biológicas nas águas da ressurgência de Cabo Frio (Brasil) durante um fundeio de 4 dias na estação fixa. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **103**.

Valentin, J., F. E. Macedo, W. M. Monteiro, et M. A. Mureb, 1975. — O plancton na ressurgência de Cabo Frio. V. Analise comparativa entre duas estações da Baía de Arraial do Cabo e uma estação fixa oceânica. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **86** : 1-11.

Vieira, A. A. H., 1975. — Estudos experimentais em fitoplancton marinho : culturas e aspectos ecofisiologicos. Dissert. Mestrado, Inst. Oceanogr. São Paulo : 1-115 (non publié).

— 1977. — Métodos de cultura de algas de plancton marinho : Estudos realizados nas regioẽs de Cananéia et de Ubatuba, S. P. *Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo*, **26** : 303-338.

Wood, E. J. F., 1962. — A method for phytoplankton study. *Limnol. Oceanogr.*, **7** : 32-35.

— 1966. — A phytoplankton study of the Amazon region. *Bull. mar. Sci.*, **16** (1) : 102-123.

Yoneshigue-Braga, Y., S. Abdala Jacob, D. L. André, I. Diniz, E. Malheiro Vergara, et R. Coutinho, 1977. — A preliminary study using untreated municipal servage as a basic algal culture media. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **105** : 1-6.

Yoneshigue-Braga, Y., et L. D. Druehl, 1977. — Further studies on seasonal growth and succession of tropical phytoplancton cultured in deep water. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **108** : 1-22.

Yoneshigue-Braga, Y., et E. G. Rodriguez, 1975. — Estudos preliminares do crescimento de *Isochrysis galbana* Parke, usando a água profunda como meio básico. *Inst. Pesq. Marinha*, Rio de Janeiro, **90** : 1-7.

Zimmermann, C., 1913-1919. — Contribuição para o estudo das Diatomáceas dos Estados Unidos do Brasil. *Broteria*, sér. Botânica, **11** à **17**.

Manuscrit déposé le 16 avril 1980.